MANUALI HOEPLI

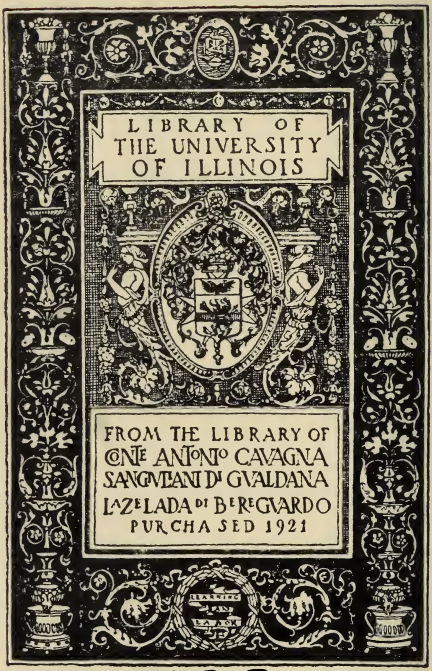
G. COLOMBO

MANUALE
DELL' INGEGNERE

14ª EDIZIONE
34° 35° 36° MIGLIAIO

ULRICO HOEPLI
EDITORE-LIBRAIO DELLA REAL CASA
MILANO

II E. 30.



620.8
C71m
1895

Digitized by the Internet Archive
in 2012 with funding from
University of Illinois Urbana-Champaign

http://archive.org/details/manualedellingeg00colo

MANUALE

DELL'

INGEGNERE

CIVILE E INDUSTRIALE

PER

G. COLOMBO

Ingegnere, Professore di meccanica e costruzione di macchine
nel R. Istituto Tecnico Superiore di Milano

14ª Edizione
con 203 figure

LIBRERIA CARTOLERIA-GRITTI-LEGATORIA DI LIBRI
DI GIUSEPPE FRATTINI
PAVIA - CORSO VITT. EMAN. - PAVIA

PROPRIETÀ LETTERARIA

290-93 — Firenze, Tip. di S. Landi, direttore dell'*Arte della Stampa*

620.8
C71m
1895
29045

PREFAZIONE ALLA PRIMA EDIZIONE

Mi parve che in Italia si mancasse di un manuale di ingegneria succinto e tascabile, del genere di quelli che in Inghilterra, in Francia e soprattutto in Germania annualmente si pubblicano. Io ho tentato di riempire questa lacuna.

Questo libro si indirizza ai soli ingegneri; perciò non è un trattato, ma bensì un manuale pratico quasi interamente composto di numeri e di tabelle, redatto in stile pressochè telegrafico, onde condensare in un piccolo volume la più gran quantità possibile dei dati che si richiedono nelle operazioni ordinarie di un ingegnere.

Esso non è nè una semplice compilazione, nè un'imitazione di manuali forestieri. Alcuni argomenti nella parte meccanica sono svolti con metodi che credo originali; parimenti molti dei dati riferiti in questa e nella parte industriale sono desunti dalla mia esperienza personale piuttosto che da altre pubblicazioni consimili. Ad onta di ciò,

non mi dissimulo di aver fatto un lavoro assai modesto; nè io mi sarei accinto alla grave fatica che esso nondimeno mi ha costato, se non mi avesse sostenuto la speranza di far cosa utile agli ingegneri miei colleghi. Se l'accoglieranno con favore, ne sarò ampiamente compensato.

Milano, maggio 1877.

G. Colombo.

NOTA ALLA DECIMATERZA EDIZIONE

Questa edizione è diversa dalle precedenti in ciò, che mentre vi furono introdotte parecchie modificazioni ed aggiunte, specialmente nella parte matematica, nell'idraulica, nella meccanica, nell'illuminazione elettrica e nell'argomento dei brevetti, fu invece diminuita la parte tecnologica; perchè i particolari sul materiale meccanico, continuamente mutabile, di talune industrie, avevano finito per oltrepassare i limiti consentiti a un manuale, senza offrire una vera importanza per gli specialisti.

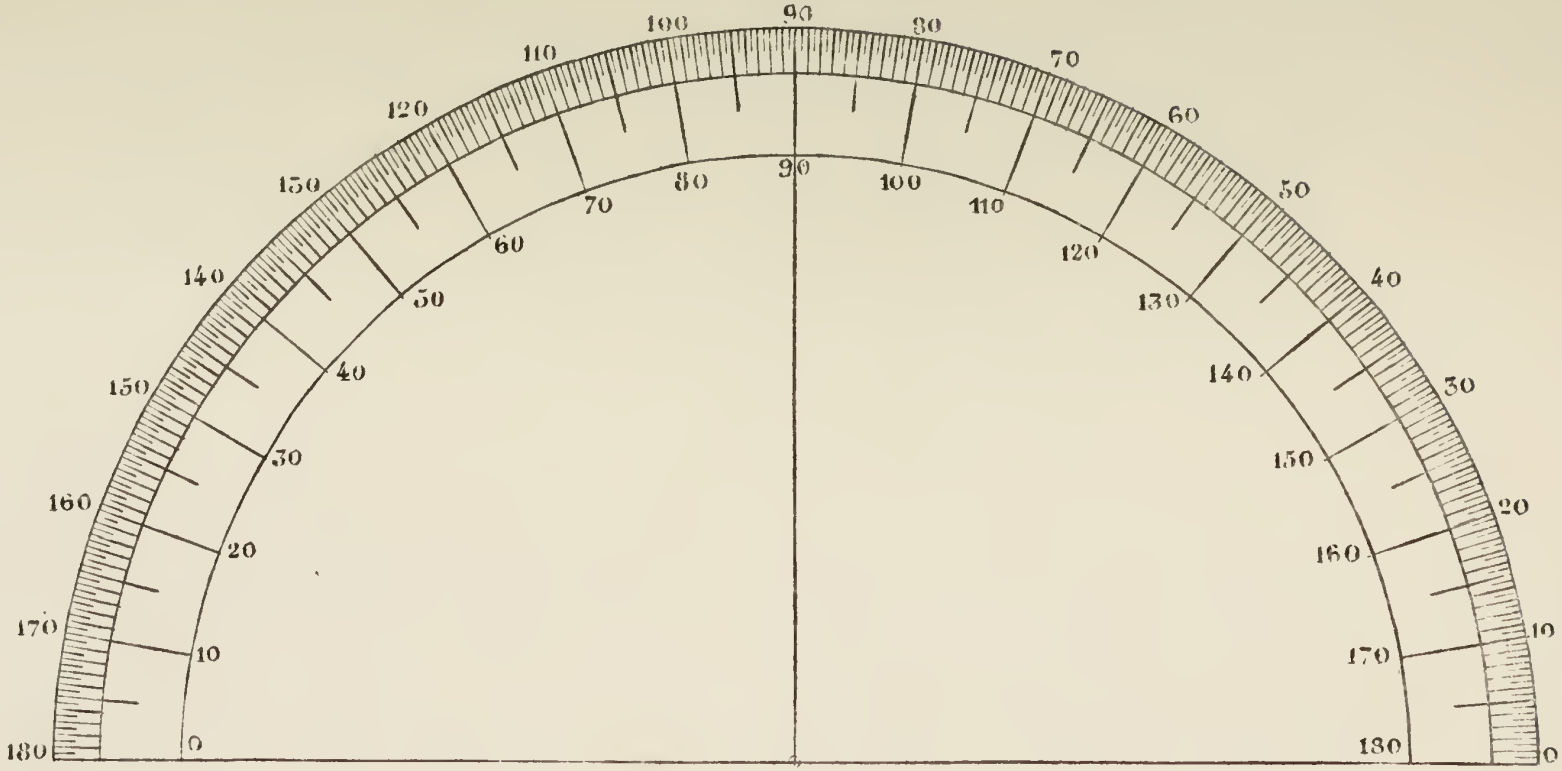
Una recente disposizione legislativa sui brevetti svizzeri, che non si arrivò in tempo di introdurre nel testo, ha reso necessaria una correzione, sulla quale e su altre due correzioni importanti richiamo l'attenzione del lettore.

Milano, luglio 1893.

G. Colombo.

U. HOEPLI
EDITORE

GONIOMETRO



DECIMETRO

POLLICI

PIEDE INGLESE

INDICE DELLE MATERIE

NB. — Si raccomanda di consultare preferibilmente l'indice alfabetico

Pag.

Matematica.

Quadrato, cubo, radice quadrata e cubica, valore reciproco e logaritmo dei numeri da 1 a 1000; circonferenza e area del circolo .. 1
Radice quadrata e cubica di alcune frazioni..... 25
Logaritmi iperbolici ivi
Trigonometria e linee trigonometriche 26
Curve, superfici e volumi.... 33
Centri di gravità 37
Archi, corde, saette e segmenti di circolo 39
Interessi, annuità e ammortamenti 42
Misure, pesi e monete di diversi paesi 45

Fisica industriale.

Pesi specifici..... 49
Calore e combustibili..... 51
Applicazioni del calore..... 55
Elettricità 63

Idraulica.

Valori di $h=v^2/_{2g}$ e $v=\sqrt{2\,gh}$ 68
Idrostatica..... 70
Portata delle bocche... 71
Portata dei corsi d'acqua.... 78
Movimento dell'acqua nei fiumi e nei canali..... 80
Costruzione dei canali... 82
Tubi e condotti forzati..... .. 83
Distribuzione d'acqua.. 87
Fognatura..... 89
Traverse e chiuse..... 90
Irrigazione..... 91
Bonificazioni..... 92
Resistenza dell'acqua ai corpi immersi 93
Metereologia e idrologia..... 94

Pag.

Pneumatica.

Formole generali..... 98
Efflusso e condotta dei gas. 99
Resistenza e spinta dell'aria 101

Agronomia.

Prodotti agricoli..... 102
Meccanica agricola..... 103

Resistenza dei materiali.

Coefficienti di resistenza..... 105
Resistenza alla trazione e compressione..... 106
Resistenza alla flessione..... 109
Resistenza alla torsione..... 116
Resistenza composta ivi
Resistenza e flessione delle molle..... 117

Costruzioni.

Travature 118
Lastre e ferri laminati..... 128
Solai..... 132
Coperture..... 134
Murature e vôlte..... 144
Ponti 148
Lavori in terra 153
Tracciamento delle curve stradali 161
Strade ordinarie..... 165
Ferrovie 166
Tramvie..... 174
Costruzioni idrauliche..... .. 176
Edifici civili e rurali 179
Edifici industriali..... 182
Elenco di prezzi 186

Meccanica.

Dati e formole generali..... 194
Attrito..... 196
Organi di collegamento..... 198
Organi di trasmissione..... 200
Tubi e organi di tenuta. 227
Organi di trazione..... 233
Motori animati..... 235

Pag.

Ruote idrauliche 236
Turbine..... 242
Proprietà del vapore..... 250
Caldaie a vapore..... 253
Macchine a vapore..... 263
Navigazione a vapore..... 282
Motrici ad aria calda e a gas 290
Macchine idrofore..... ivi
Macchine idrauliche 295
Macchine pneumofore..... 296

Tecnologia.

Filatura del cotone 299
Filatura del lino e della canape 300
Filatura della seta..... 301
Filatura della lana cardata 302
Tessitura..... 303
Fonderie e fucine..... 304
Lavorazione dei metalli..... 306
Lavorazione del legno..... 307
Lavorazione delle pietre 308
Cartiere..... ivi
Molini 309
Pilerie di riso ivi
Olierie..... 310
Illuminazione..... ivi
Dati di costo di macchine e impianti industriali 323

Pag.

Parte amministrativa.

Norme per le costruzioni in confine di proprietà..... 326
Costruzioni in confine di strade 328
Derivazione di acque pubbliche ivi
Disposizioni relative alle acque private..... 330
Espropriazione per causa di utilità pubblica 331
Industrie insalubri, pericolose e incomode..... 332
Miniere e industrie metallurgiche e chimiche..... ivi
Censimento 333
Regolamento per le caldaie a vapore..... 334
Privative industriali nazionali 338
Privative estere..... 348
Marche e disegni di fabbrica 352
Perizie giudiziali..... ivi
Arbitramenti..... 353
Bollo e registro ivi
Imposta sulla ricchezza mobile e sui fabbricati 354
Tariffe pei lavori d'ingegneria..... 355

INDICE ALFABETICO

(i numeri indicano la pagina in cui l'argomento è trattato o accennato)

A

Acciaio, 49, 64, 105, 187.
Accumulatori elettrici, 67, 317.
Accumulatori idraulici, 295.
Acqua d'irrigazione, 91.
Acque private, 330.
Acque pubbliche, 328.
Aderenza delle locomotive, 171.
Aie, 181.
Alberghi, 192.
Alberi motori, 202, 241, 248, 280.
Alberi portanti, 202.
Alberi di trasmissione, 203.
Alimentazione caldaie, 271, 288.
Alluminio, 49, 64, 105.
Altezze dei piani, 179.
Ammortamenti, 42.
Ampère, 63.
Annuità, 42, 44.
Aratura, 103.
Arcate, 182.
Archi di circolo, 33, 39, 40.
Arco a tre centri, 33.
Area circoli e segmenti, 1, 40.
Area delle figure, 33.
Arbitramenti, 353.
Architettura navale, 283.
Argini in terra, 178.
Armamento ferrovie, 167.
Armamento tramvie, 174.
Arpionismi, 224.
Arrotatrici, 306.
Asciugamento ed essiccamento, 60.
Aspiratori, 296.
Assi o alberi portanti, 202.
Asta ritrometrica, 79.
Attrito, 196.
Attrito funi e cigne, 198, 218.
Attrito ingranaggi, 224.
Attrito dei perni, 197.
Avvicendamenti, 102.

B

Bachicoltura, 103.
Balconi, 180.
Bestiame e suoi prodotti, 103.
Biella, 226, 280.
Biette, 200.
Bigattaia, 181.
Bocca milanese, 92, 179.
Bocche (portata delle), 71.
Bocche a battente, 71, 77.
Bocche a stramazzo, 74, 78.
Bollo e registro, 353.
Bonificazioni, 92.
Boschi, 102.
Botti (capacità delle), 37.
Brevetti nazionali, 338.
Brevetti esteri, 348.
Brillatura del riso, 309.
Bronzo, 49, 64, 105, 188.
Bulloni, 199.

C

Calce, 144, 186.
Calcestruzzo, 105, 144, 188.
Caldaie a vap. (regolam. sulle), 334.
Caldaie a vap. a bassa press., 263.
Caldaie a bollitori, 254.
Caldaie Cornovaglia, 253, 262.
Caldaie da locomotiva, 169.
Caldaie da navigazione, 287.
Caldaie a riscaldatori, 254.
Caldaie tubulari, 255, 287.
Calore di vaporizzazione, 53, 250.
Calore d'una corrente elettrica, 66.
Calori specifici, 52.
Caloria, 52.
Caloriferi, 57, 191.
Camere d'abitazione, 180.
Caminetti, 56, 191.
Camini, 62, 260, 262.
Camini di richiamo, 62.
Canali (costruzione dei), 82.
Canali (movimento nei), 80.
Canali (portate di alcuni), 97.
Canali da pluviali, 180, 191.
Canali di scolo, 92.
Canape (filatura della), 300, 325.
Candela (unità di luce), 312.
Canne da tromba, 180, 191, 292.
Capacità delle botti, 37.
Capacità elettrica, 63.
Capannoni, 184, 193.
Capriate, 135, 189.

Carcel, 312.
Carico accident., 132, 134, 148, 150.
Carico d'efflusso, 68, 71, 100.
Carico di sicurezza, 106.
Carico mobile, 112.
Carico perman., 132, 134, 148, 150.
Carrucole, 225, 234, 235.
Cartiere, 308, 325.
Case d'abitazione, 179, 192.
Case coloniche, 181.
Cassetto di distribuzione, 273, 280.
Catasto, 333.
Catene, 235.
Cavallino d'alimentazione, 288.
Cavallo (forza del), 236.
Cavallo-vapore, 194.
Caucciù (cigne di), 211.
Caucciù (molle di), 117.
Cementi, 105, 144, 186.
Censimento, 333.
Centinatura delle vôlte, 148.
Centro di gravità, 37.
Centro di pressione, 70.
Cereali, 102, 309.
Chilogrammetro, 194.
Chiodatura, 198, 255.
Chiuse, 90.
Cigne, 211.
Cilindri, 232, 279.
Circolo, 33.
Circonferenza e area circolo, 1-21.
Cloache, 181.
Coclea, 290.
Coefficienti d'attrito, 197.
Coefficienti d'efflusso, 71-75.
Coefficienti di resistenza, 105.
Coibenti, 64.
Collegamenti a bietta, 200.
Colonne di ghisa, 108, 183.
Combinazioni e permutazioni, 24.
Combustibili, 54, 55.
Compound (macch. a vap.), 268, 272.
Compressori, 297.
Concessioni d'acqua, 328, 330.
Concimaie, 181.
Condensatori, 271, 288.
Condensazione dei vapori, 60.
Condensazione nelle condotte, 62.
Condotta dei gas, 100.
Condotte d'acqua, 83, 88.
Condotte d'aria, 101.
Condotte di elettricità, 63, 317.
Condotte di gas, 101, 313.
Condotte di vapore, 252, 259.
Condotti del fumo, 260.
Conduttori elettrici, 63, 316.
Consumo di gas illuminante, 311.
Consumo di luce, 311.
Consumo di vapore, 270.
Conti correnti, 44.
Coperture, 134, 189.
Corde di canape e metalliche, 234.
Corniciature, 182, 188, 190.
Corrente elettrica (unità di), 63.
Correnti indotte, 66.
Corsi d'acqua (portata dei), 78.
Cortili, 180.
Costo dell'acqua d'irrigaz., 91.
Costo delle fabbriche, 192.
Costo della forza idraulica, 325.
Costo della forza a vapore, 325.
Costo di impianti industriali, 325.
Costo innalzam. acqua, 188, 290.
Costo materiali di costruz., 186.
Costo dei trasporti, 156.
Costruzioni idrauliche, 176.
Costruzioni in confine, 326, 328.
Costruzioni stradali, 153.
Cotone (filatura del), 299.
Coulomb, 63.
Crogiuoli, 305.
Cubatura dei mucchi, 37.
Cubatura sterri e riporti, 153.
Cubatura vôlte, 36.
Cubi dei numeri, 1-21.
Cuneo, 197.
Curva d'espansione, 266.
Curve stradali, 161, 165, 166, 174.

D

Demolizioni (costo e valore), 193.
Densità vapore e acqua, 61, 251, 252.
Derivaz. acque pubbliche, 328.
Diagrammi, 265, 267, 268, 269.
Dighe, 178.
Dinamodo, 194.
Dina, 194.
Dilatazione e contrazione, 52.
Dislocamento delle navi, 283.
Disperdimenti di calore, 61.
Distanza media trasporti, 154.
Distribuzione d'acqua, 87.
Distribuzione a cassetto, 273.
Distribuzione di elettricità, 316.
Distribuzione a scatto, 278.
Distribuzione delle locomotive, 275.
Distribuzione Meyer, 275.
Distribuzione Rider, 277.
Dogana (spese di), 323.
Drenaggio, 89.

E

Eccentrici, 277, 280.
Edifici pubblici, 181.
Efflusso dell'acqua, 71.
Efflusso dell'aria, 100.

Efflusso dei gas, 99.
Effiusso del vapore, 252.
Elevatori idraulici, 296.
Elevazione d'acqua, 290.
Elettrolisi, 67.
Elettromagneti, 66.
Elevazione pesi (costo dell'), 160.
Elica, 34.
Elice, 288.
Elisse, 33.
Equival. dinam. del calore, 52.
Erg, 194.
Erpicatura, 104.
Escavazione (costo dell'), 154.
Espropriazione, 331.
Essiccatoi, 60.
Evaporazione dei liquidi, 59.
Evaporazione (perdita per), 82.

F

Fabbricati ferroviari, 168.
Fabbricati industriali, 182, 192.
Fabbriche di panni, 301, 325.
Falciatura, 104.
Farad, 63.
Ferri a I, 114, 118, 122-125.
Ferri a ⊏ e a L, 114, 126, 127.
Ferri a T, 114, 130.
Ferri d'angolo, 114, 131.
Ferri quadri e tondi, 125.
Ferri Zorès, 115, 126.
Ferro, 49, 64, 105, 187.
Ferrovie, 166.
Ferrovie Decauville, 160.
Fienile, 181.
Filande a vapore, 301, 325.
Filatura del cotone, 299, 325.
Filatura della lana, 302, 325.
Filatura lino e canape, 300, 325.
Filatura della seta, 301, 325.
Fili metallici, 233.
Filtrazione dell'acqua, 88.
Filtrazione (perdite per), 83.
Finestre, 180, 190.
Fiumi (formole pei), 80, 97.
Fiumi (portate dei), 96, 97.
Flanelle (tessitura delle), 304.
Flessione (resistenza alla), 109.
Flessione delle molle, 117.
Focolare, 259.
Fognatura, 89.
Fondazione macch. a vap., 281.
Fondazioni, 145, 188.
Fonderie, 304.
Formola di Simpson, 35.
Forni da bollire, 306.
Forni a cupola, 304.
Forni di riverbero, 305.
Forza del cavallo, 236.
Forza centrifuga, 195.
Forza elettro-motrice, 63.
Forza macch. a vap., 263, 268, 278.
Forza nominale, 267, 287.
Forza di propulsione, 287.
Forza di trazione, 170.
Forza motrice (costo della), 325.
Forza dell'uomo, 235, 290.
Forza viva, 195.
Freno a nastro, 224.
Freni dei convogli, 169.
Freno dinamometrico, 194.
Fresatrici, 306.
Fucine, 305.
Fusione, 53.
Funi di canape, 234.
Funi metalliche, 235.

G

Galleggianti, 78.
Ganci delle catene, 235.
Gas (condotte di), 101, 313.
Gas (illuminazione a), 312.
Gas (officine da), 313.
Gasometri, 199, 313.
Gas permanenti, 98.
Getti (altezza dei), 88.
Ghisa, 50, 105, 187.
Giornate (prezzo delle), 186.
Giorni di pioggia, 94.
Giunti di alberi, 204.
Giunti di caldaie, 255.
Giunti di tubi, 228.
Gradi sessagesimali e centesimali, 32.
Granaio, 181.
Gravità, 68, 196.
Guarnizioni, 228.
Guide del movimento, 226.

I

Idrometria, 71.
Idrostatica, 70.
Igrometria, 58.
Illuminazione elettrica, 314.
Illuminazione a gas, 312.
Illuminazione dei locali, 311.
Illuminazione privata, 311.
Illuminazione stradale, 311.
Imballatura macchine, 324.
Imbiancatura, 191.
Imposta fabbricati, 355.
Incastellatura macch. a vap., 280.
Incavallature, 135, 189.
Incavallature di legno, 139.
Incavallature metalliche, 135, 141.
Indicatore di pressione, 265.
Industrie insalubri, 332.

Industrie metall. e chimiche, 333.
Ingranaggi, 218.
Intensità di corrente, 63.
Interessi composti, 42, 43, 44.
Irradiazione (perdite per), 61.
Irrigazione, 91.
Isolanti elettrici, 64.

L

Laghi alpini, 96.
Lamiera ondulata, 115, 129, 140, 143.
Lamiere (peso delle), 128.
Lampade elettriche, 314.
Lampade stradali, 311.
Lana (filatura della), 302, 325.
Lastre di diversi metalli, 128.
Lastre di zinco, 128.
Laterizi (prezzo dei), 186.
Latrine, 191.
Lavori in terra, 153.
Lavoro elettrico, 63.
Lavoro meccanico, 194.
Legge d'espansione del vap., 266.
Leghe per cuscinetti, 204.
Legnami, 105, 186, 307.
Leve, 225.
Libri censuari, 333.
Limatrici, 306.
Linee di forza, 66.
Linee trigonometriche, 26-31.
Lino (filatura del), 300, 325.
Locomobili, 273.
Locomotive, 169, 175.
Logaritmi ordinari, 1-21, 23.
Logaritmi iperbolici, 24, 25.
Lunghezza virtuale ferrovie, 172.

M

Macchine agricole, 104.
Macchine ad aria calda, 290.
Macchine da battere, stampare, inchiodare, ecc., 306.
Macchine da cartiere, 308.
Macchine Compound, 268, 272.
Macchine Corliss, 278.
Macchine a gas, 290.
Macchine idrauliche, 295.
Macchine idrofore, 290.
Macchine di lavoraz. del legno, 307.
Macchine di navigazione, 287.
Macchine pneumofore, 296.
Macchine soffianti, 296.
Macchine da tramvie, 175.
Macchine da trinciare e forare, 306.
Macchine a tripla espansione, 269.
Macchine utensili, 306.
Macchine a vapore fisse, 263, 272.
Macchine a vapore gemelle, 272.
Macchine a vap. trasportabili, 273.
Malte, 144, 186.
Mano d'opera, 133, 134, 140, 141, 146, 148, 186.
Manovelle, 225, 280.
Mappe censuarie, 333.
Marche di fabbrica, 352.
Mastici, 228.
Materiali di coperta dei tetti, 135, 186, 190.
Materiali di costr. (prezzo dei), 186.
Materiale mobile, 166, 169, 172, 174.
Mattoni, 105, 144, 186.
Mercedi, 186.
Metacentro, 284.
Metalli (prezzo dei), 187.
Metereologia italiana, 94.
Mietitura, 104.
Miniere (legge sulle), 332.
Miscele frigorifere, 54.
Misura barom. delle altezze, 98.
Misure, pesi e monete, 45.
Moduli per la misura dell'acqua, 92, 179.
Molinello di Woltmann, 79.
Molini da grano, 309.
Molle, 117.
Molle di cauccìù, 117.
Momenti di flessione, 109.
Momenti d'inerzia, 114, 195.
Momenti di resistenza, 114.
Monete, pesi e misure, 45.
Montatura (spese di), 324.
Motori animati, 235, 290.
Motrici ad aria calda, 290.
Motrici a gas, 290.
Motrici idrauliche, 236.
Motrici a pressione d'acqua, 295.
Motrici a vapore, 263.
Movimenti di terra, 153.
Mozzi (delle ruote), 213, 215, 217, 223, 242, 249, 282.
Muratura delle caldaie, 260.
Murature, 144, 188.
Muri (spessore dei), 145, 146, 177.
Muri di sostegno dell'acqua, 177.
Muri di sostegno dei terrapieni, 146.

N

Navi (dislocamento), 283.
Navi (resistenza), 285.
Navi (stabilità), 284.
Navi (stazzatura), 284.
Navi (velocità), 286.
Navigazione a vapore, 283.
Noria, 290.
Numeri di mappa, 333.
Numeri reciproci, 1-21.

Numero d'ore d'illuminazione privata, 311.
Numero d'ore d'illuminazione stradale, 310.

O

Officine da gas, 313.
Officine fabbri, 306.
Officine meccaniche, 185, 193.
Ohm, 63.
Olierie, 310.
Oncia milanese, 92, 179.
Opifici industriali, 184, 192.
Orario d'illuminaz. pubbl., 310.
Orario d'irrigazione, 92.
Ordini d'architettura, 182.
Orditura dei tetti, 135, 140.
Organi di collegamento, 198.
Organi d'espansione, 275.
Organi delle macchine, 198.
Organi delle macch. a vap., 279.
Organi di tenuta, 227.
Organi di trasmissione, 200.
Organi di trazione, 233.
Ospitali, 181.
Ottone, 50, 64, 105, 188.
Ovile, 181.

P

Palificazioni, 145, 188.
Panni (fabbriche di), 304, 325.
Parabola, 34.
Parafulmine, 181, 191.
Passaggi a livello e scambi, 168.
Passo d'uomo, 256.
Pasta di legno, 308.
Pavimenti, 134, 189.
Pendenze dei canali, 82, 92.
Pendenze delle ferrovie, 166, 174.
Pendenze delle strade, 165.
Pendolo, 196.
Pendolo conico, 281.
Pennelli, 90.
Perdite di carico, 83, 84, 86.
Perizie giudiziali, 352.
Perkins (riscaldamento alla), 57.
Perni, 197, 200, 279, 280.
Permutazioni e combinazioni, 21.
Pertica metrica, 333.
Pertica milanese, 333.
Pesi, misure e monete, 45.
Pesi specifici, 49, 99, 251.
Peso delle navi, 283.
Piallatrici, 306, 307.
Piani (altezze dei), 179.
Piano inclinato, 197.
Piante oleifere e tessili, 102.
Pietre, 105, 187, 308.
Pile dei ponti, 90, 152.
Pile idroelettriche, 67.
Pilerie di riso, 309.
Pioggia media e massima, 95, 96.
Piombo, 50, 64, 105, 188.
Polarità magnetica, 66.
Poligoni regolari, 34.
Pompe d'alimentazione, 271, 288.
Pompe d'aria, 271, 288.
Pompe centrifughe, 293.
Pompe di circolazione, 288.
Pompe di pressione, 296.
Pompe da incendio, 293.
Pompe a stantuffo, 292, 296.
Ponti ferroviari, 148, 151, 152.
Ponti in ferro, 151.
Ponti in muratura, 152.
Ponti di servizio, 148.
Ponti stradali, 150, 152.
Portata delle bocche, 71.
Portata dei corsi d'acqua, 78.
Portata dei tubi, 83, 86.
Portata di alcuni canali, 97.
Portata dei principali fiumi, 96, 97.
Porte, 180, 190.
Posa delle macchine, 324.
Potere aderente, 171.
Potere calorifico combust., 54, 55.
Potere illuminante, 312.
Pozzi, 180, 191.
Prati, 102.
Pressione atmosferica, 98.
Pressione del vapore, 61, 251.
Pressione del vento, 101, 134.
Pressione idrostatica, 70.
Prezzi delle costruzioni, 191, 192.
Prezzi dei materiali, 186.
Privative estere, 348.
Privative nazionali, 338.
Prodotti agricoli, 102.
Produz. delle caldaie a vap., 261.
Progressioni, 24.
Proporzioni architettoniche, 182.
Proporzioni delle navi, 283.
Propulsione delle navi, 288.
Prosciugamento, 92, 188, 290.
Prova delle caldaie, 271, 334.
Prova delle macch. a vap., 271.
Pulegge, 213, 214, 215, 217.

Q

Quadrati e cubi dei numeri, 1-21.
Quinte potenze dei numeri, 84.

R

Radici di alcune frazioni, 25.
Radici quadrate e cubiche, 1-21.
Raffreddamento dei liquidi, 59.

Rame, 50, 64, 105, 188.
Razze (delle ruote), 213, 215, 217, 223, 241, 249, 282.
Refrigeranti, 54, 59, 60.
Registro e bollo, 353.
Regolamento caldaie a vap., 334.
Regolatori, 281.
Resistenza dell'acqua, 93, 285.
Resistenza dell'aria, 101.
Resistenza d'attrito, 196.
Resistenza composta, 116.
Resistenza alla compress., 105, 106.
Resistenza elettrica, 63, 64, 65.
Resistenza alla flessione, 109.
Resistenza delle molle, 117.
Resistenza delle navi, 93, 285.
Resistenza dei recipienti, 108.
Resistenza alla recisione, 106.
Resistenza alla torsione, 116.
Resistenza alla trazione, 105, 106, 165, 171, 175.
Resistenza dei convogli ferroviari, 171, 175.
Ricchezza mobile, 354.
Rigidezza delle catene, 235.
Rigidezza delle funi, 234, 235.
Rigurgito, 72, 76, 90.
Rimesse, 180.
Riscaldamento e ventilazione, 55.
Riscaldamento ad acqua calda, 57.
Riscaldamento ad aria calda, 57.
Riscaldamento a vapore, 58, 59.
Riscaldamento dei conduttori elettrici, 66.
Riscaldamento dei liquidi, 59.
Riso (pilerie di), 309.
Risoluzione dei triangoli, 26.
Ritrecini, 246.
Robinetti, 232.
Rosette (delle ruote), 242.
Ruotaie, 115, 116, 167, 174.
Ruote dentate, 218-223.
Ruote idrauliche, 236-242.
Ruote a pale, 289.
Ruote-pompe, 291.
Ruote a schiaffo, 290.

S

Saldature, 229.
Sale di riunione, 181.
Scala da modelli, 305.
Scale pei fili metallici, 65, 234.
Scale, 180, 191.
Scale termometriche, 51.
Scambi ferroviari, 168.
Scatole a stoppa, 232.
Scuole, 181.
Segatura a mano, 187, 307, 308.
Seghe, 307, 308.
Segherie da legnami, 307.
Segherie da pietre, 308.
Segmenti di circolo, 40.
Seminagione, 104.
Serbatoi, 258.
Serpentino, 59, 60.
Serramenti, 190.
Seta (filatura della), 301, 325.
Seta (trattura della), 301.
Sgranatoi, 104.
Shed (opifici a), 184, 193.
Simpson (formola di), 35.
Soffitti, 132, 189.
Solai in ferro, 133, 189.
Solai in legno, 132, 189.
Solidi caricati in punta, 106.
Sopporti, 204.
Sospensione Girard, 248.
Spese di dogana, 323.
Spese d'esercizio e d'impianto ferrovie, 173.
Spese d'esercizio e d'impianto tramvie, 175.
Spessore caldaie, 256.
Spessore muri, 145, 146, 177.
Stabilità delle navi, 284.
Stalle, 180, 181.
Stantuffi, 233, 279.
Stazioni ferroviarie, 168.
Stazzatura delle navi, 284.
Steli degli stantuffi, 226, 279.
Sterri e riporti, 153.
Stima dei poderi, 103.
Stoffe di cotone (tessitura delle), 303, 325.
Stoffe di lana (tessit. delle), 304, 325.
Stoffe di lino e canape, 304, 325.
Stoffe di seta, 304, 325.
Storte da gas, 313.
Stozzatrici, 306.
Strade di città, 165.
Strade ferrate, 166.
Strade ferrate a cavalli, 174, 175.
Strade ordinarie, 165.
Stramazzi (portata degli), 74, 78.
Stucco, 191.
Stufe, 56.
Superficie delle vôlte, 36.
Superfici e volumi, 33.

T

Taglie, 225.
Tariffe dei lavori d'ingegneria, 355.
Tariffe ferroviarie, 174.
Tasse per le privative, 342.
Teatri, 181, 312.
Tegole, 135, 186, 190.

Telai meccanici, 303.
Tele (tessitura delle), 303, 325.
Temperature (misura delle), 51, 52.
Temperature di fusione e vaporizzazione, 53, 54, 251.
Temperature medie ed estreme, 56.
Termometri, 51.
Termosifone, 57.
Tessitura meccanica, 303, 325.
Testa a croce, 226, 279.
Tetti, 134, 184, 189.
Tetti in ferro, 135, 140, 141, 190.
Tetti in legno, 139, 189.
Tettoie, 184, 185, 193.
Tinaio, 181.
Titolo dei filati, 299, 300, 301, 302.
Titolo del vapore, 250.
Tombe a sifone, 176.
Tombe e tombini, 152.
Tornii, 306, 307.
Torchi idraulici, 296, 310.
Torsione (resistenza alla), 116.
Tramvie, 174.
Trapanatrici, 306, 307.
Trasferimento delle privative, 342.
Trasformatori elettrici, 317.
Trasmissioni, 145, 183, 185, 200.
Trasmissioni a cigne, 211.
Trasmissioni a corde, 215.
Trasmissioni telodinamiche, 216.
Trasporti in terra, 154.
Trattura della seta, 301.
Travature metalliche, 118, 122-127.
Traverse, 90, 178, 179.
Travi a ⊥ semplici e composti, 114, 118-125, 133.
Travi a ⊏ e a ⌝, 114, 126, 127.
Travi a ∧, 115, 126.
Travi armate, 120.
Travi di egual resistenza, 115, 119.
Travi di ghisa, 115, 120.
Travi di legno, 118, 122, 132, 186.
Travi parabolici, 119.
Travi a traliccio, 120, 151.
Trebbiatura, 104.
Trigonometria, 26.
Trombatura, 78.
Trombe, 180, 191, 292.
Tubi, 83, 86, 191, 227, 258, 271, 292.
Tubi addizionali, 73.
Tubi da pluviali, 180, 191.
Tubi da vapore, 227, 230, 258, 271.
Tubi di cemento, 227.
Tubi di ferro, 230.
Tubi di ghisa, 228-231.
Tubi di piombo, 230.
Tubi di rame, 230.
Tubo di Pitot, 79.
Turbine Girard, 242.
Turbine idrofore, 295.
Turbine Jonval, 247.

U

Umidità contenuta nei corpi, 60.
Unità di calore, 52.
Unità elettromagnetiche, 63.
Unità di forza e di lavoro, 194.
Unità di luce, 312.
Uomo (forza dell'), 235.
Urto dell'acqua, 70, 93.

V

Vaglio, 290.
Valvole, 231, 292, 297.
Valvole di sicurezza, 258, 334.
Vapore (proprietà del), 250.
Vapore surriscaldato, 252.
Vaporizzazione, 53, 54, 59, 250.
Variazione di stato dei gas, 98.
Veicoli ferroviari, 169, 174.
Velocità del vento, 101.
Velocità dell'acqua, 71, 81, 82.
Velocità dei convogli, 171, 175.
Velocità d'efflusso acqua, 69, 71.
Velocità d'efflusso dell'aria, 99, 100.
Velocità d'efflusso del vapore, 252.
Velocità delle navi, 286.
Ventilatori, 297.
Ventilazione degli ambienti, 58, 62.
Verniciatura, 191.
Vetri (prezzo dei), 188.
Vetro, 50, 105.
Vite, 198, 199, 200.
Vite perpetua, 224.
Volani, 281.
Volt, 63.
Voltampère, 63.
Vôlte, 147, 152, 189.
Vôlte (cubatura delle), 36.
Volture catastali, 334.
Volumi dei corpi, 35.

Z

Zinco, 50, 64, 105, 188.

W

Watt (unità dinamoelettrica), 63.

ABBREVIAZIONI

USATE NEL PRESENTE MANUALE

m.	metro.	**hl.**	ettolitro.
mq.	metro quadrato.	**kg.** (o **k.**)	chilogrammo.
mc.	metro cubo.	**g.**	grammo.
dm.	decimetro.	**kgm.**	chilogrammetro.
dmq.	decimetro quadrato.	**q.**	quintale.
dmc.	decimetro cubo.	**t.**	tonnellata.
cm.	centimetro.	**cav.**	cavallo-vapore.
cmq.	centimetro quadrato.	**w.**	watt.
cmc.	centimetro cubo.	**atm.**	atmosfera.
mm.	millimetro.	$\parallel$	parallelo.
mmq.	millimetro quadrato.	$\perp$	perpendicolare.
mmc.	millimetro cubo.	...÷...	da...a... (per esempio $2^m \div 2^m,5$ si leggerà: da 2^m a $2^m,5$).
m. corr.	metro corrente.		
km.	chilometro.		
ha.	ettaro.	$>$	maggiore.
l.	litro.	$<$	minore.

Il nome dell'unità è sempre scritto in alto a destra della parte intiera del numero (così, per es., $25^m,40$; $0^{cav},2$); oppure è scritto dopo il numero, ma sulla stessa riga (25,40 m.; 0,2 cav.).

Le notazioni delle unità metriche son conformi a quelle adottate dal Comitato internazionale, salvo l'indicazione del quadrato e del cubo colle lettere *q*, *c*, invece degli esponenti 2, 3.

Nota importante. — Siccome una delle più frequenti cause di errore nelle calcolazioni numeriche risiede nell'incertezza sulle unità di misura da impiegare per gli elementi delle formole calcolate, così si farà attenzione alle *unità di misura espressamente dichiarate, in ciascun caso, nel testo.* Così, per es., il metro è l'unità di misura lineare d'ordinario adottata e sottintesa; ma per alcuni argomenti, come per la resistenza dei materiali e per gli organi delle macchine, l'unità lineare adottata in massima è il millimetro, come ivi è indicato, salvo espressa dichiarazione in contrario.

MATEMATICA

I Tabella

Quadrato, cubo, radice quadrata e cubica, valore reciproco e logaritmo di un numero n fra 1 e 1000; circonf. e area del circolo di diam. n

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\frac{1}{n}$	log. n	πn	$\frac{1}{4}\pi n^2$
0	0	0	0,0000	0,0000	∞	$-\infty$	0,000	0,0000
1	1	1	1,0000	1,0000	1,00000	0,0000	3,142	0,7854
2	4	8	1,4142	1,2599	0,50000	0,3010	6,283	3,1416
3	9	27	1,7321	1,4422	0,33333	0,4771	9,425	7,0686
4	16	64	2,0000	1,5874	0,25000	0,6021	12,57	12,566
5	25	125	2,2361	1,7100	0,20000	0,6990	15,71	19,635
6	36	216	2,4495	1,8171	0,16667	0,7782	18,85	28,274
7	49	343	2,6458	1,9129	0,14286	0,8451	21,99	38,484
8	64	512	2,8284	2,0000	0,12500	0,9031	25,13	50,265
9	81	729	3,0000	2,0801	0,11111	0,9542	28,27	63,617
10	100	1000	3,1623	2,1544	0,10000	1,0000	31,42	78,540
11	121	1331	3,3166	2,2240	0,09091	1,0414	34,56	95,033
12	144	1728	3,4611	2,2894	0,08333	1,0792	37,70	113,10
13	169	2197	3,6056	2,3513	0,07692	1,1139	40,84	132,73
14	196	2744	3,7417	2,4101	0,07143	1,1461	43,98	153,94
15	225	3375	3,8730	2,4662	0,06667	1,1761	47,12	176,71
16	256	4096	4,0000	2,5198	0,06250	1,2041	50,27	201,06
17	289	4913	4,1231	2,5713	0,05882	1,2304	53,41	226,98
18	324	5832	4,2426	2,6207	0,05556	1,2553	56,55	254,47
19	361	6859	4,3589	2,6684	0,05263	1,2788	59,69	283,53
20	400	8000	4,4721	2,7144	0,05000	1,3010	62,83	314,16
21	441	9261	4,5826	2,7589	0,04762	1,3222	65,97	346,36
22	484	10648	4,6904	2,8020	0,04545	1,3424	69,12	380,13
23	529	12167	4,7958	2,8439	0,04348	1,3617	72,26	415,48
24	576	13824	4,8990	2,8845	0,04167	1,3802	75,40	452,39
25	625	15625	5,0000	2,9240	0,04000	1,3979	78,54	490,87
26	676	17576	5,0990	2,9625	0,03846	1,4150	81,68	530,93
27	729	19683	5,1962	3,0000	0,03704	1,4314	84,82	572,56
28	784	21952	5,2915	3,0366	0,03571	1,4472	87,96	615,75
29	841	24389	5,3852	3,0723	0,03448	1,4624	91,11	660,52
30	900	27000	5,4772	3,1072	0,03333	1,4771	94,25	706,86
31	961	29791	5,5678	3,1414	0,03226	1,4914	97,39	754,77
32	1024	32768	5,6569	3,1748	0,03125	1,5051	100,5	804,25
33	1089	35937	5,7446	3,2075	0,03030	1,5185	103,7	855,30
34	1156	39304	5,8310	3,2396	0,02941	1,5315	106,8	907,92
35	1225	42875	5,9161	3,2711	0,02857	1,5441	110,0	962,11
36	1296	46656	6,0000	3,3019	0,02778	1,5563	113,1	1017,9
37	1369	50653	6,0828	3,3322	0,02703	1,5682	116,2	1075,2
38	1444	54872	6,1644	3,3620	0,02632	1,5798	119,4	1134,1
39	1521	59319	6,2450	3,3912	0,02564	1,5911	122,5	1194,6
40	1600	64000	6,3246	3,4200	0,02500	1,6021	125,7	1256,6

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\frac{1}{n}$	log. n	πn	$\frac{1}{4}\pi n^2$
41	1681	68921	6,4031	3,4482	0,02439	1,6128	128,8	1320,3
42	1764	74088	6,4807	3,4760	0,02381	1,6332	131,9	1385,4
43	1849	79507	6,5574	3,5034	0,02326	1,6335	135,1	1452,2
44	1936	85184	6,6332	3,5303	0,02273	1,6435	138,2	1520,5
45	2025	91125	6,7082	3,5569	0,02222	1,6532	141,4	1590,4
46	2116	97336	6,7823	3,5830	0,02174	1,6628	144,5	1661,9
47	2209	103823	6,8557	3,6088	0,02128	1,6721	147,7	1734,9
48	2304	110592	6,9282	3,6342	0,02083	1,6812	150,8	1809,6
49	2401	117649	7,0000	3,6593	0,02041	1,6902	153,9	1885,7
50	2500	125000	7,0711	3,6840	0,02000	1,6990	157,1	1963,5
51	2601	132651	7,1414	3,7084	0,01961	1,7076	160,2	2042,8
52	2704	140608	7,2111	3,7325	0,01923	1,7160	163,4	2123,7
53	2809	148877	7,2801	3,7563	0,01887	1,7243	166,5	2206,2
54	2916	157464	7,3485	3,7798	0,01852	1,7324	169,6	2290,2
55	3025	166375	7,4162	3,8030	0,01818	1,7404	172,8	2375,8
56	3136	175616	7,4833	3,8259	0,01786	1,7482	175,9	2463,0
57	3249	185193	7,5498	3,8485	0,01754	1,7559	179,1	2551,8
58	3364	195112	7,6158	3,8709	0,01724	1,7634	182,2	2642,1
59	3481	205379	7,6811	3,8930	0,01695	1,7709	185,4	2734,0
60	3600	216000	7,7460	3,9149	0,01667	1,7782	188,5	2827,4
61	3721	226981	7,8102	3,9365	0,01639	1,7853	191,6	2922,5
62	3844	238328	7,8740	3,9579	0,01613	1,7924	194,8	3019,1
63	3969	250047	7,9373	3,9791	0,01587	1,7993	197,9	3117,2
64	4096	262144	8,0000	4,0000	0,01563	1,8062	201,1	3217,0
65	4225	274625	8,0623	4,0207	0,01538	1,8129	204,2	3318,3
66	4356	287496	8,1240	4,0412	0,01515	1,8195	207,3	3421,2
67	4489	300763	8,1854	4,0615	0,01493	1,8261	210,5	3525,7
68	4624	314432	8,2462	4,0817	0,01471	1,8325	213,6	3631,7
69	4761	328509	8,3066	4,1016	0,01449	1,8388	216,8	3739,3
70	4900	343000	8,3666	4,1213	0,01429	1,8451	219,9	3848,5
71	5041	357911	8,4261	4,1408	0,01408	1,8513	223,1	3959,2
72	5184	373248	8,4853	4,1602	0,01389	1,8573	226,2	4071,5
73	5329	389017	8,5440	4,1793	0,01370	1,8633	229,3	4185,4
74	5476	405224	8,6033	4,1983	0,01351	1,8692	232,5	4300,8
75	5625	421875	8,6603	4,2172	0,01333	1,8751	235,6	4417,9
76	5776	438976	8,7178	4,2358	0,01316	1,8808	238,8	4536,5
77	5929	456533	8,7750	4,2543	0,01299	1,8865	241,9	4656,6
78	6084	474552	8,8318	4,2727	0,01282	1,8921	245,0	4778,4
79	6241	493039	8,8882	4,2908	0,01266	1,8976	248,2	4901,7
80	6400	512000	8,9443	4,3089	0,01250	1,9031	251,3	5026,5
81	6561	531441	9,0000	4,3267	0,01235	1,9085	254,5	5153,0
82	6724	551368	9,0554	4,3445	0,01220	1,9138	257,6	5281,0
83	6889	571787	9,1104	4,3621	0,01205	1,9191	260,8	5410,6
84	7056	592704	9,1652	4,3795	0,01190	1,9243	263,9	5541,8
85	7225	614125	9,2195	4,3968	0,01176	1,9294	267,0	5674,5
86	7396	636056	9,2736	4,4140	0,01163	1,9345	270,2	5808,8
87	7569	658503	9,3274	4,4310	0,01149	1,9395	273,3	5944,7
88	7744	681472	9,3808	4,4480	0,01136	1,9445	276,5	6082,1
89	7921	704969	9,4340	4,4647	0,01124	1,9494	279,6	6221,1

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\frac{1}{n}$	log. n	πn	$\frac{1}{4}\pi n^2$
90	8100	729000	9,4868	4,4814	0,01111	1,9542	282,7	6361,7
91	8281	753571	9,5394	4,4979	0,01099	1,9590	285,9	6503,9
92	8464	778688	9,5917	4,5144	0,01087	1,9638	289,0	6647,6
93	8649	804357	9,6437	4,5307	0,01075	1,9685	292,2	6792,9
94	8836	830584	9,6954	4,5468	0,01064	1,9771	295,3	6939,8
95	9025	857375	9,7468	4,5629	0,01053	1,9777	298,5	7088,2
96	9216	884736	9,7980	4,5789	0,01042	1,9823	301,6	7238,2
97	9409	912673	9,8489	4,5947	0,01031	1,9868	304,7	7389,8
98	9604	941192	9,8995	4,6104	0,01020	1,9912	307,9	7543,0
99	9801	970299	9,9499	4,6261	0,01010	1,9956	311,0	7697,7
100	10000	1000000	10,0000	4,6416	0,01000	2,0000	314,2	7854,0
101	10201	1030301	10,0499	4,6570	0,00990	2,0043	317,3	8011,8
102	10404	1061208	10,0995	4,6723	0,00980	2,0086	320,4	8171,3
103	10609	1092727	10,1489	4,6875	0,00971	2,0128	323,6	8332,3
104	10816	1124864	10,1980	4,7027	0,00962	2,0170	326,7	8494,9
105	11025	1157625	10,2470	4,7177	0,00952	2,0212	329,9	8659,0
106	11236	1191016	10,2956	4,7326	0,00943	2,0253	333,0	8824,7
107	11449	1225043	10,3441	4,7475	0,00935	2,0294	336,2	8992,0
108	11664	1259712	10,3923	4,7622	0,00926	2,0334	339,3	9160,9
109	11881	1295029	10,4403	4,7769	0,00917	2,0374	342,4	9331,3
110	12100	1331000	10,4881	4,7914	0,00909	2,0414	345,6	9503,3
111	12321	1367631	10,5357	4,8059	0,00901	2,0453	348,7	9676,9
112	12544	1404928	10,5830	4,8203	0,00893	2,0492	351,9	9852,0
113	12769	1442897	10,6301	4,8346	0,00885	2,0531	355,0	10029
114	12996	1481544	10,6771	4,8488	0,00877	2,0569	358,1	10207
115	13225	1520875	10,7238	4,8629	0,00870	2,0607	361,3	10387
116	13456	1560896	10,7703	4,8770	0,00862	2,0645	364,4	10568
117	13689	1601613	10,8167	4,8910	0,00855	2,0682	367,6	10751
118	13924	1643032	10,8628	4,9049	0,00847	2,0719	370,7	10936
119	14161	1685159	10,9087	4,9187	0,00840	2,0755	373,8	11122
120	14400	1728000	10,9545	4,9324	0,00833	2,0792	377,0	11310
121	14641	1771561	11,0000	4,9461	0,00826	2,0828	380,1	11499
122	14884	1815848	11,0454	4,9597	0,00820	2,0864	383,3	11690
123	15129	1860867	11,0905	4,9732	0,00813	2,0899	386,4	11882
124	15376	1906624	11,1355	4,9866	0,00806	2,0934	389,6	12076
125	15625	1953125	11,1803	5,0000	0,00800	2,0969	392,7	12272
126	15876	2000376	11,2250	5,0133	0,00794	2,1004	395,8	12469
127	16129	2048383	11,2694	5,0265	0,00787	2,1038	399,0	12668
128	16384	2097152	11,3137	5,0397	0,00781	2,1072	402,1	12868
129	16641	2146689	11,3578	5,0528	0,00775	2,1106	405,3	13070
130	16900	2197000	11,4018	5,0658	0,00769	2,1139	408,4	13273
131	17161	2248091	11,4455	5,0788	0,00763	2,1173	411,5	13478
132	17424	2299968	11,4891	5,0916	0,00758	2,1206	414,7	13685
133	17689	2352637	11,5326	5,1045	0,00752	2,1239	417,8	13893
134	17956	2406104	11,5758	5,1172	0,00746	2,1271	421,0	14103
135	18225	2460375	11,6190	5,1299	0,00741	2,1303	424,1	14314
136	18496	2515456	11,6619	5,1426	0,00735	2,1335	427,3	14527
137	18769	2571353	11,7047	5,1551	0,00730	2,1367	430,4	14741

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\frac{1}{n}$	log. n	πn	$\frac{1}{4}\pi n^2$
138	19044	2628072	11,7473	5,1676	0,00725	2,1399	433,5	14957
139	19321	2685619	11,7898	5,1801	0,00719	2,1430	436,7	15175
140	19600	2744000	11,8322	5,1925	0,00714	2,1461	439,8	15394
141	19881	2803221	11,8743	5,2048	0,00709	2,1492	443,0	15615
142	20164	2863288	11,9164	5,2171	0,00704	2,1523	446,1	15837
143	20449	2924207	11,9583	5,2293	0,00699	2,1553	449,2	16061
144	20736	2985984	12,0000	5,2415	0,00694	2,1584	452,4	16286
145	21025	3048625	12,0416	5,2536	0,00690	2,1614	455,5	16513
146	21316	3112136	12,0830	5,2656	0,00685	2,1644	458,7	16742
147	21609	3176523	12,1244	5,2776	0,00680	2,1673	461,8	16972
148	21904	3241792	12,1655	5,2896	0,00676	2,1703	465,0	17203
149	22201	3307949	12,2066	5,3015	0,00671	2,1732	468,1	17437
150	22500	3375000	12,2474	5,3133	0,00667	2,1761	471,2	17671
151	22801	3442951	12,2882	5,3251	0,00662	2,1790	474,4	17908
152	23104	3511808	12,3288	5,3368	0,00658	2,1818	477,5	18146
153	23409	3581577	12,3693	5,3485	0,00654	2,1847	480,7	18385
154	23716	3652264	12,4097	5,3601	0,00649	2,1875	483,8	18627
155	24025	3723875	12,4499	5,3717	0,00645	2,1903	486,9	18869
156	24336	3796416	12,4900	5,3832	0,00641	2,1931	490,1	19113
157	24649	3869893	12,5300	5,3947	0,00637	2,1959	493,2	19359
158	24964	3944312	12,5698	5,4061	0,00633	2,1987	496,4	19607
159	25281	4019679	12,6095	5,4175	0,00629	2,2014	499,5	19856
160	25600	4096000	12,6491	5,4288	0,00625	2,2041	502,7	20106
161	25921	4173281	12,6886	5,4401	0,00621	2,2068	505,8	20358
162	26244	4251528	12,7279	5,4514	0,00617	2,2095	508,9	20612
163	26569	4330747	12,7671	5,4626	0,00613	2,2122	512,1	20867
164	26896	4410944	12,8062	5,4737	0,00610	2,2148	515,2	21124
165	27225	4492125	12,8452	5,4848	0,00606	2,2175	518,4	21382
166	27556	4574296	12,8841	5,4959	0,00602	2,2201	521,5	21642
167	27889	4657463	12,9228	5,5069	0,00599	2,2227	524,6	21904
168	28224	4741632	12,9615	5,5178	0,00595	2,2253	527,8	22167
169	28561	4826809	13,0000	5,5288	0,00592	2,2279	530,9	22432
170	28900	4913000	13,0384	5,5397	0,00588	2,2304	534,1	22698
171	29241	5000211	13,0767	5,5505	0,00585	2,2330	537,2	22966
172	29584	5088448	13,1149	5,5613	0,00581	2,2355	540,4	23235
173	29929	5177717	13,1529	5,5721	0,00578	2,2380	543,5	23506
174	30276	5268024	13,1909	5,5828	0,00575	2,2405	546,6	23779
175	30625	5359375	13,2288	5,5934	0,00571	2,2430	549,8	24053
176	30976	5451776	13,2665	5,6041	0,00568	2,2455	552,9	24328
177	31329	5545233	13,3041	5,6147	0,00565	2,2480	556,1	24606
178	31684	5639752	13,3417	5,6252	0,00562	2,2504	559,2	24885
179	32041	5735339	13,3791	5,6357	0,00559	2,2529	562,3	25165
180	32400	5832000	13,4164	5,6462	0,00556	2,2553	565,5	25447
181	32761	5929741	13,4536	5,6567	0,00552	2,2577	568,6	25730
182	33124	6028568	13,4907	5,6671	0,00549	2,2601	571,8	26016
183	33489	6128487	13,5277	5,6774	0,00546	2,2625	574,9	26302
184	33856	6229504	13,5647	5,6877	0,00543	2,2648	578,1	26590
185	34225	6331625	13,6015	5,6980	0,00541	2,2672	581,2	26880

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\frac{1}{n}$	log. n	πn	$\frac{1}{4}\pi n^2$
186	34596	6434856	13,6382	5,7083	0,00538	2,2695	584,3	27172
187	34969	6539203	13,6748	5,7185	0,00535	2,2718	587,5	27465
188	35344	6644672	13,7113	5,7287	0,00532	2,2742	590,6	27759
189	35721	6751269	13,7477	5,7388	0,00529	2,2765	593,8	28055
190	36100	6859000	13,7840	5,7489	0,00526	2,2788	596,9	28353
191	36481	6967871	13,8203	5,7590	0,00524	2,2810	600,0	28652
192	36864	7077888	13,8564	5,7690	0,00521	2,2833	603,2	28953
193	37249	7189057	13,8924	5,7790	0,00518	2,2856	606,3	29255
194	37636	7301384	13,9284	5,7990	0,00515	2,2878	609,5	29559
195	38025	7414875	13,9642	5,7989	0,00513	2,2900	612,6	29865
196	38416	7529536	14,0000	5,8088	0,00510	2,2923	615,8	30172
197	38809	7645373	14,0357	5,8186	0,00508	2,2945	618,9	30481
198	39204	7762392	14,0712	5,8285	0,00505	2,2967	622,0	30791
199	39601	7880599	14,1067	5,8383	0,00503	2,2989	625,2	31103
200	40000	8000000	14,1421	5,8480	0,00500	2,3010	628,3	31416
201	40401	8120601	14,1774	5,8578	0,00498	2,3032	631,5	31731
202	40804	8242408	14,2127	5,8675	0,00495	2,3054	634,6	32047
203	41209	8365427	14,2478	5,8771	0,00493	2,3075	637,7	32365
204	41616	8489664	14,2829	5,8868	0,00490	2,3096	640,9	32685
205	42025	8615125	14,3178	5,8964	0,00488	2,3118	644,0	33006
206	42436	8741816	14,3527	5,9059	0,00485	2,3139	647,2	33329
207	42849	8869743	14,3875	5,9155	0,00483	2,3160	650,3	33654
208	43264	8998912	14,4222	5,9250	0,00481	2,3181	653,5	33979
209	43681	9129329	14,4568	5,9345	0,00478	2,3201	656,6	34307
210	44100	9261000	14,4914	5,9439	0,00476	2,3222	659,7	34636
211	44521	9393931	14,5258	5,9533	0,00474	2,3243	662,9	34967
212	44944	9528128	14,5602	5,9627	0,00472	2,3263	666,0	35299
213	45369	9663597	14,5945	5,9721	0,00469	2,3284	669,2	35633
214	45796	9800344	14,6287	5,9814	0,00467	2,3304	672,3	35968
215	46225	9938375	14,6629	5,9907	0,00465	2,3324	675,4	36305
216	46656	10077696	14,6969	6,0000	0,00463	2,3345	678,6	36644
217	47089	10218313	14,7309	6,0092	0,00461	2,3365	681,7	36984
218	47524	10360232	14,7648	6,0185	0,00459	2,3385	684,9	37325
219	47961	10503459	14,7986	6,0277	0,00457	2,3404	688,0	37668
220	48100	10648000	14,8324	6,0368	0,00455	2,3424	691,2	38013
221	48841	10793861	14,8661	6,0459	0,00452	2,3444	694,3	38360
222	49284	10941048	14,8997	6,0550	0,00450	2,3464	697,4	38708
223	49726	11089567	14,9332	6,0641	0,00448	2,3483	700,6	39057
224	50176	11239424	14,9666	6,0732	0,00446	2,3502	703,7	39408
225	50625	11390625	15,0000	6,0822	0,00444	2,3522	706,9	39761
226	51076	11543176	15,0333	6,0912	0,00442	2,3541	710,0	40115
227	51529	11697083	15,0665	6,1002	0,00441	2,3560	713,1	40471
228	51984	11852352	15,0997	6,1091	0,00439	2,3579	716,3	40828
229	52441	12008989	15,1327	6,1180	0,00437	2,3598	719,4	41187
230	52900	12167000	15,1658	6,1269	0,00435	2,3617	722,6	41548
231	53361	12326391	15,1987	6,1358	0,00433	2,3636	725,7	41910
232	53824	12487168	15,2315	6,1446	0,00431	2,3655	728,8	42273
233	54289	12649337	15,2643	6,1534	0,00429	2,3674	732,0	42638

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\frac{1}{n}$	log. n	πn	$\frac{1}{4}\pi n^2$
234	54756	12812904	15,2971	6,1622	0,00427	2,3692	735,1	43005
235	55225	12977875	15,3297	6,1710	0,00426	2,3711	738,3	43374
236	55696	13144256	15,3623	6,1797	0,00424	2,3729	741,4	43744
237	56169	13312053	15,3948	6,1885	0,00422	2,3747	744,6	44115
238	56644	13481272	15,4272	6,1972	0,00420	2,3766	747,7	44488
239	57121	13651919	15,4596	6,2058	0,00418	2,3784	750,8	44863
240	57600	13824000	15,4919	6,2145	0,00417	2,3802	754,0	45239
241	58081	13997521	15,5242	6,2231	0,00415	2,3820	757,1	45617
242	58564	14172488	15,5563	6,2317	0,00413	2,3838	760,3	45996
243	59049	14348907	15,5885	6,2403	0,00412	2,3856	763,4	46377
244	59536	14526784	15,6205	6,2488	0,00410	2,3874	766,5	46759
245	60025	14706125	15,6525	6,2573	0,00408	2,3892	769,7	47144
246	60516	14886936	15,6844	6,2658	0,00407	2,3909	772,8	47529
247	61009	15069223	15,7162	6,2743	0,00405	2,3927	776,0	47916
248	61504	15252992	15,7480	6,2828	0,00403	2,3945	779,1	48305
249	62001	15438249	15,7797	6,2912	0,00402	2,3962	782,3	48695
250	62500	15625000	15,8114	6,2996	0,00400	2,3979	785,4	49087
251	63001	15813251	15,8430	6,3080	0,00398	2,3997	788,5	49481
252	63504	16003008	15,8745	6,3164	0,00397	2,4014	791,7	49876
253	64009	16194277	15,9060	6,3247	0,00395	2,4031	794,8	50273
254	64516	16387064	15,9374	6,3330	0,00394	2,4048	798,0	50671
255	65025	16581375	15,9687	6,3413	0,00392	2,4065	801,1	51071
256	65536	16777216	16,0000	6,3496	0,00391	2,4082	804,2	51472
257	66049	16974593	16,0312	6,3579	0,00389	2,4099	807,4	51875
258	66564	17173512	16,0624	6,3661	0,00388	2,4116	810,5	52279
259	67081	17373979	16,0935	6,3743	0,00386	2,4133	813,7	52685
260	67600	17576000	16,1245	6,3825	0,00385	2,4150	816,8	53093
261	68124	17779581	16,1555	6,3907	0,00383	2,4166	820,0	53502
262	68644	17984728	16,1864	6,3988	0,00382	2,4183	823,1	53913
263	69169	18191447	16,2173	6,4070	0,00380	2,4200	826,2	54325
264	69696	18399744	16,2481	6,4151	0,00379	2,4216	829,4	54739
265	70225	18609625	16,2788	6,4232	0,00377	2,4232	832,5	55155
266	70756	18821096	16,3095	6,4312	0,00376	2,4249	835,7	55572
267	71289	19034163	16,3401	6,4393	0,00375	2,4265	838,8	55990
268	71824	19248832	16,3707	6,4473	0,00373	2,4281	841,9	56410
269	72361	19465109	16,4012	6,4553	0,00372	2,4298	845,1	56832
270	72900	19683000	16,4317	6,4633	0,00370	2,4314	848,2	57256
271	73441	19902511	16,4621	6,4713	0,00369	2,4330	851,4	57680
272	73984	20123648	16,4924	6,4792	0,00368	2,4346	854,5	58107
273	74529	20346417	16,5227	6,4872	0,00366	2,4362	857,7	58535
274	75076	20570824	16,5529	6,4951	0,00365	2,4378	860,8	58965
275	75625	20796875	16,5831	6,5030	0,00364	2,4393	863,9	59396
276	76176	21024576	16,6132	6,5108	0,00362	2,4409	867,1	59828
277	76729	21253933	16,6433	6,5187	0,00361	2,4425	870,2	60263
278	77284	21484952	16,6733	6,5265	0,00360	2,4440	873,4	60699
279	77841	21717639	16,7033	6,5343	0,00358	2,4456	876,5	61136
280	78400	21952000	16,7332	6,5421	0,00357	2,4472	879,6	61575
281	78961	22188041	16,7631	6,5499	0,00356	2,4487	882,8	62016

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\frac{1}{n}$	log. n	πn	$\frac{1}{4}\pi n^2$
282	79524	22425768	16,7929	6,5577	0,00355	2,4502	885,9	62458
283	80089	22665187	16,8226	6,5654	0,00353	2,4518	889,1	62902
284	80656	22906304	16,8523	6,5731	0,00352	2,4533	892,2	63347
285	81225	23149125	16,8819	6,5808	0,00351	2,4548	895,4	63794
286	81796	23393656	16,9115	6,5885	0,00350	2,4564	898,5	64242
287	82369	23639903	16,9411	6,5962	0,00348	2,4579	901,6	64692
288	82944	23887872	16,9706	6,6039	0,00347	2,4594	904,8	65144
289	83521	24137569	17,0000	6,6115	0,00346	2,4609	907,9	65597
290	84100	24389000	17,0294	6,6191	0,00345	2,4624	911,1	66052
291	84681	24642171	17,0587	6,6267	0,00344	2,4639	914,2	66508
292	85264	24897088	17,0880	6,6343	0,00342	2,4654	917,3	66966
293	85849	25153757	17,1172	6,6419	0,00341	2,4669	920,5	67426
294	86436	25412184	17,1464	6,6494	0,00340	2,4683	923,6	67887
295	87025	25672375	17,1756	6,6569	0,00339	2,4698	926,8	68349
296	87616	25934336	17,2047	6,6644	0,00338	2,4713	929,9	68813
297	88209	26198073	17,2337	6,6719	0,00337	2,4728	933,1	69279
298	88804	26463592	17,2627	6,6794	0,00336	2,4742	936,2	69746
299	89401	26730899	17,2916	6,6869	0,00334	2,4757	939,3	70215
300	90000	27000000	17,3205	6,6943	0,00333	2,4771	942,5	70686
301	90601	27270901	17,3494	6,7018	0,00332	2,4786	945,6	71158
302	91204	27543608	17,3781	6,7092	0,00331	2,4800	948,8	71631
303	91809	27818127	17,4069	6,7166	0,00330	2,4814	951,9	72107
304	92416	28094464	17,4356	6,7240	0,00329	2,4829	955,0	72583
305	93025	28372625	17,4642	6,7313	0,00328	2,4843	958,2	73062
306	93636	28652616	17,4929	6,7387	0,00327	2,4857	961,3	73542
307	94249	28934443	17,5214	6,7460	0,00326	2,4871	964,5	74023
308	94864	29218112	17,5499	6,7533	0,00325	2,4886	967,6	74506
309	95481	29503629	17,5784	6,7606	0,00324	2,4900	970,8	74991
310	96100	29791000	17,6068	6,7679	0,00323	2,4914	973,9	75477
311	96721	30080231	17,6352	6,7752	0,00322	2,4928	977,0	75964
312	97344	30371328	17,6635	6,7824	0,00321	2,4942	980,2	76454
313	97969	30664297	17,6918	6,7897	0,00319	2,4955	983,3	76945
314	98596	30959144	17,7200	6,7969	0,00318	2,4969	986,5	77437
315	99225	31255875	17,7482	6,8041	0,00317	2,4983	989,6	77931
316	99856	31554496	17,7761	6,8113	0,00316	2,4997	992,7	78427
317	100489	31855013	17,8045	6,8185	0,00315	2,5011	995,9	78924
318	101124	32157432	17,8326	6,8256	0,00314	2,5024	999,0	79423
319	101761	32461759	17,8606	6,8328	0,00313	2,5038	1002	79923
320	102400	32768000	17,8885	6,8399	0,00313	2,5051	1005	80425
321	103041	33076161	17,9165	6,8470	0,00312	2,5065	1008	80928
322	103684	33386248	17,9444	6,8541	0,00311	2,5079	1012	81433
323	104329	33698267	17,9722	6,8612	0,00310	2,5092	1015	81940
324	104976	34012224	18,0000	6,8683	0,00309	2,5105	1018	82448
325	105625	34328125	18,0278	6,8753	0,00308	2,5119	1021	82958
326	106276	34645976	18,0555	6,8824	0,00307	2,5132	1024	83469
327	106929	34965783	18,0831	6,8894	0,00306	2,5145	1027	83982
328	107584	35287552	18,1108	6,8964	0,00305	2,5159	1030	84496
329	108241	35611289	18,1384	6,9034	0,00304	2,5172	1034	85012
330	108900	35937000	18,1659	6,9104	0,00303	2,5185	1037	85530

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\frac{1}{n}$	log. n	πn	$\frac{1}{4}\pi n^2$
331	109561	36264691	18,1934	6,9174	0,00302	2,5198	1040	86049
332	110224	36594368	18,2209	6,9244	0,00301	2,5211	1043	86570
333	110889	36926037	18,2483	6,9313	0,00300	2,5224	1046	87092
334	111556	37259704	18,2757	6,9382	0,00299	2,5237	1049	87616
335	112225	37595375	18,3030	6,9451	0,00299	2,5250	1052	88141
336	112896	37933056	18,3303	6,9521	0,00298	2,5263	1056	88668
337	113569	38272753	18,3576	6,9589	0,00297	2,5276	1059	89197
338	114244	38614472	18,3848	6,9658	0,00296	2,5289	1062	89727
339	114921	38958219	18,4120	6,9727	0,00295	2,5302	1065	90259
340	115600	39304000	18,4391	6,9795	0,00294	2,5315	1068	90792
341	116281	39651821	18,4662	6,9864	0,00293	2,5328	1071	91327
342	116964	40001688	18,4932	6,9932	0,00292	2,5340	1074	91863
343	117649	40353607	18,5203	7,0000	0,00292	2,5353	1078	92401
344	118336	40707584	18,5472	7,0068	0,00291	2,5366	1081	92941
345	119025	41063625	18,5742	7,0136	0,00290	2,5378	1084	93482
346	119716	41421736	18,6011	7,0203	0,00289	2,5391	1087	94025
347	120409	41781923	18,6279	7,0271	0,00288	2,5403	1090	94569
348	121104	42144192	18,6548	7,0338	0,00287	2,5416	1093	95115
349	121801	42508549	18,6815	7,0406	0,00287	2,5428	1096	95662
350	122500	42875000	18,7083	7,0473	0,00286	2,5441	1100	96211
351	123201	43243551	18,7350	7,0540	0,00285	2,5453	1103	96762
352	123904	43614208	18,7617	7,0607	0,00284	2,5465	1106	97314
353	124609	43986977	18,7883	7,0674	0,00283	2,5478	1109	97868
354	125316	44361864	18,8149	7,0740	0,00282	2,5490	1112	98423
355	126025	44738875	18,8414	7,0807	0,00282	2,5502	1115	98980
356	126736	45118016	18,8680	7,0873	0,00281	2,5514	1118	99538
357	127449	45499293	18,8944	7,0940	0,00280	2,5527	1122	100098
358	128164	45882712	18,9209	7,1006	0,00279	2,5539	1125	100660
359	128881	46268279	18,9473	7,1072	0,00279	2,5551	1128	101223
360	129600	46656000	18,9737	7,1138	0,00278	2,5563	1131	101788
361	130321	47045881	19,0000	7,1204	0,00277	2,5575	1134	102354
362	131044	47437928	19,0263	7,1269	0,00276	2,5587	1137	102922
363	131769	47832147	19,0526	7,1335	0,00275	2,5599	1140	103491
364	132496	48228544	19,0788	7,1400	0,00275	2,5611	1144	104062
365	133225	48627125	19,1050	7,1466	0,00274	2,5623	1147	104635
366	133956	49027896	19,1311	7,1531	0,00273	2,5635	1150	105209
367	134689	49430863	19,1572	7,1596	0,00272	2,5647	1153	105784
368	135424	49836032	19,1833	7,1661	0,00272	2,5658	1156	106362
369	136161	50243409	19,2094	7,1726	0,00271	2,5670	1159	106941
370	136900	50653000	19,2354	7,1791	0,00270	2,5682	1162	107521
371	137641	51064811	19,2614	7,1855	0,00270	2,5694	1166	108103
372	138384	51478848	19,2873	7,1920	0,00269	2,5705	1169	108687
373	139129	51895117	19,3132	7,1984	0,00268	2,5717	1172	109272
374	139876	52313624	19,3391	7,2048	0,00267	2,5729	1175	109858
375	140625	52734375	19,3649	7,2112	0,00267	2,5740	1178	110447
376	141376	53157376	19,3907	7,2177	0,00266	2,5752	1181	111036
377	142129	53582633	19,4165	7,2240	0,00265	2,5763	1184	111628
378	142884	54010152	19,4422	7,2304	0,00265	2,5775	1188	112221
379	143641	54439939	19,4679	7,2368	0,00264	2,5786	1191	112815

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\frac{1}{n}$	log. n	πn	$\frac{1}{4}\pi n^2$
380	144400	54872000	19,4936	7,2432	0,00263	2,5798	1194	113411
381	145161	55306341	19,5192	7,2495	0,00262	2,5809	1197	114009
382	145924	55742968	19,5448	7,2558	0,00262	2,5821	1200	114608
383	146689	56181887	19,5704	7,2622	0,00261	2,5832	1203	115209
384	147456	56623104	19,5959	7,2685	0,00260	2,5843	1206	115812
385	148225	57066625	19,6214	7,2748	0,00260	2,5855	1210	116416
386	148996	57512456	19,6469	7,2811	0,00259	2,5866	1213	117021
387	149769	57960603	19,6723	7,2874	0,00258	2,5877	1216	117628
388	150544	58411072	19,6977	7,2936	0,00258	2,5888	1219	118237
389	151321	58863869	19,7231	7,2999	0,00257	2,5899	1222	118847
390	152100	59319000	19,7484	7,3061	0,00256	2,5911	1225	119459
391	152881	59776471	19,7737	7,3124	0,00256	2,5922	1228	120072
392	153664	60236288	19,7990	7,3186	0,00255	2,5933	1232	120687
393	154449	60698457	19,8242	7,3248	0,00254	2,5944	1235	121304
394	155236	61162984	19,8494	7,3310	0,00254	2,5955	1238	121922
395	156025	61629875	19,8746	7,3372	0,00253	2,5966	1241	122542
396	156816	62099136	19,8997	7,3434	0,00253	2,5977	1244	123163
397	157609	62570773	19,9249	7,3496	0,00252	2,5988	1247	123786
398	158404	63044792	19,9499	7,3558	0,00251	2,5999	1250	124410
399	159201	63521199	19,9750	7,3619	0,00251	2,6010	1253	125036
400	160000	64000000	20,0000	7,3681	0,00250	2,6021	1257	125664
401	160801	64481201	20,0250	7,3742	0,00249	2,6031	1260	126293
402	161604	64964808	20,0499	7,3803	0,00249	2,6042	1263	126923
403	162409	65450827	20,0749	7,3864	0,00248	2,6053	1266	127556
404	163216	65939264	20,0998	7,3925	0,00248	2,6064	1269	128190
405	164025	66430125	20,1246	7,3986	0,00247	2,6075	1272	128825
406	164836	66923416	20,1494	7,4047	0,00246	2,6085	1275	129462
407	165649	67419143	20,1742	7,4108	0,00246	2,6096	1279	130100
408	166464	67917312	20,1990	7,4169	0,00245	2,6107	1282	130741
409	167281	68417929	20,2237	7,4229	0,00244	2,6117	1285	131382
410	168100	68921000	20,2485	7,4290	0,00244	2,6128	1288	132025
411	168921	69426531	20,2731	7,4350	0,00243	2,6138	1291	132670
412	169744	69934528	20,2978	7,4410	0,00243	2,6149	1294	133317
413	170569	70444997	20,3224	7,4470	0,00242	2,6160	1297	133965
414	171396	70957944	20,3470	7,4530	0,00242	2,6170	1301	134614
415	172225	71473375	20,3715	7,4590	0,00241	2,6180	1304	135265
416	173056	71991296	20,3961	7,4650	0,00240	2,6191	1307	135918
417	173889	72511713	20,4206	7,4710	0,00240	2,6201	1310	136572
418	174724	73034632	20,4450	7,4770	0,00239	2,6212	1313	137228
419	175561	73560059	20,4695	7,4829	0,00239	2,6222	1316	137885
420	176400	74088000	20,4939	7,4889	0,00238	2,6232	1319	138544
421	177241	74618461	20,5183	7,4948	0,00238	2,6243	1323	139205
422	178084	75151448	20,5426	7,5007	0,00237	2,6253	1326	139867
423	178929	75686967	20,5670	7,5067	0,00236	2,6263	1329	140531
424	179776	76225024	20,5913	7,5126	0,00236	2,6274	1332	141196
425	180625	76765625	20,6155	7,5185	0,00235	2,6284	1335	141863
426	181476	77308776	20,6398	7,5244	0,00235	2,6294	1338	142531
427	182329	77854483	20,6640	7,5302	0,00234	2,6304	1341	143201

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\frac{1}{n}$	log. n	πn	$\frac{1}{4}\pi n^2$
428	183184	78402752	20,6882	7,5361	0,00234	2,6314	1345	143872
429	184041	78953589	20,7123	7,5420	0,00233	2,6325	1348	144545
430	184900	79507000	20,7364	7,5478	0,00233	2,6335	1351	145220
431	185761	80062991	20,7605	7,5537	0,00232	2,6345	1354	145896
432	186624	80621568	20,7846	7,5595	0,00231	2,6355	1357	146574
433	187489	81182737	20,8087	7,5654	0,00231	2,6365	1360	147254
434	188356	81746504	20,8327	7,5712	0,00230	2,6375	1363	147934
435	189225	82312875	20,8567	7,5770	0,00230	2,6385	1367	148617
436	190096	82881856	20,8806	7,5828	0,00229	2,6395	1370	149301
437	190969	83453453	20,9045	7,5886	0,00229	2,6405	1373	149987
438	191844	84027672	20,9284	7,5944	0,00228	2,6415	1376	150674
439	192721	84604519	20,9523	7,6001	0,00228	2,6425	1379	151363
440	193600	85184000	20,9762	7,6059	0,00227	2,6435	1382	152053
441	194481	85766121	21,0000	7,6117	0,00227	2,6444	1385	152745
442	195364	86350888	21,0238	7,6174	0,00226	2,6454	1389	153439
443	196249	86938307	21,0476	7,6232	0,00226	2,6464	1392	154134
444	197136	87528384	21,0713	7,6289	0,00225	2,6474	1395	154830
445	198025	88121125	21,0950	7,6346	0,00225	2,6484	1398	155528
446	198916	88716536	21,1187	7,6403	0,00224	2,6493	1401	156228
447	199809	89314623	21,1424	7,6460	0,00224	2,6503	1404	156930
448	200704	89915392	21,1660	7,6517	0,00223	2,6513	1407	157633
449	201601	90518849	21,1896	7,6574	0,00223	2,6522	1411	158337
450	202500	91125000	21,2132	7,6631	0,00222	2,6532	1414	159043
451	203401	91733851	21,2368	7,6688	0,00222	2,6542	1417	159751
452	204304	92345408	21,2603	7,6744	0,00221	2,6551	1420	160460
453	205209	92959677	21,2838	7,6801	0,00221	2,6561	1423	161171
454	206116	93576664	21,3073	7,6857	0,00220	2,6571	1426	161883
455	207025	94196375	21,3307	7,6914	0,00220	2,6580	1429	162597
456	207936	94818816	21,3542	7,6970	0,00219	2,6590	1433	163313
457	208849	95443993	21,3776	7,7026	0,00219	2,6599	1436	164030
458	209764	96071912	21,4009	7,7082	0,00218	2,6609	1439	164748
459	210681	96702579	21,4243	7,7138	0,00218	2,6618	1442	165468
460	211600	97336000	21,4476	7,7194	0,00217	2,6628	1445	166190
461	212521	97972181	21,4709	7,7250	0,00217	2,6637	1448	166914
462	213444	98611128	21,4942	7,7306	0,00216	2,6646	1451	167639
463	214369	99252847	21,5174	7,7362	0,00216	2,6656	1455	168365
464	215296	99897344	21,5407	7,7418	0,00216	2,6665	1458	169093
465	216225	100544625	21,5639	7,7473	0,00215	2,6675	1461	169823
466	217156	101194696	21,5870	7,7529	0,00215	2,6684	1464	170554
467	218089	101847563	21,6102	7,7584	0,00214	2,6693	1467	171287
468	219024	102503232	21,6333	7,7639	0,00214	2,6702	1470	172021
469	219961	103161709	21,6564	7,7695	0,00213	2,6712	1473	172757
470	220900	103823000	21,6795	7,7750	0,00213	2,6721	1477	173494
471	221841	104487111	21,7025	7,7805	0,00212	2,6730	1480	174234
472	222784	105154048	21,7256	7,7860	0,00212	2,6739	1483	174974
473	223729	105823817	21,7486	7,7915	0,00211	2,6749	1486	175716
474	224676	106496424	21,7715	7,7970	0,00211	2,6758	1489	176460
475	225625	107171875	21,7945	7,8025	0,00211	2,6767	1492	177205

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\frac{1}{n}$	log. n	πn	$\frac{1}{4}\pi n^2$
476	226576	107850176	21,8174	7,8079	0,00210	2,6776	1495	177952
477	227529	108531333	21,8403	7,8134	0,00210	2,6785	1499	178701
478	228484	109215352	21,8632	7,8188	0,00209	2,6794	1502	179451
479	229441	109902239	21,8861	7,8243	0,00208	2,6803	1505	180203
480	230400	110592000	21,9089	7,8297	0,00208	2,6812	1508	180956
481	231361	111284641	21,9317	7,8352	0,00208	2,6821	1511	181711
482	232324	111980168	21,9545	7,8406	0,00207	2,6830	1514	182467
483	233289	112678587	21,9773	7,8460	0,00207	2,6839	1517	183225
484	234256	113379904	22,0000	7,8514	0,00207	2,6848	1521	183984
485	235225	114084125	22,0227	7,8568	0,00206	2,6857	1524	184745
486	236196	114791256	22,0454	7,8622	0,00206	2,6866	1527	185508
487	237169	115501303	22,0681	7,8676	0,00205	2,6875	1530	186272
488	238144	116214272	22,0907	7,8730	0,00205	2,6884	1533	187038
489	239121	116930169	22,1133	7,8784	0,00204	2,6893	1536	187805
490	240100	117649000	22,1359	7,8837	0,00204	2,6902	1539	188574
491	241081	118370771	22,1585	7,8891	0,00204	2,6911	1543	189345
492	242064	119095488	22,1811	7,8944	0,00203	2,6920	1546	190117
493	243049	119823157	22,2036	7,8998	0,00203	2,6928	1549	190890
494	244036	120553784	22,2261	7,9051	0,00202	2,6937	1552	191665
495	245025	121287375	22,2486	7,9105	0,00202	2,6946	1555	192442
496	246016	122023936	22,2711	7,9158	0,00202	2,6955	1558	193221
497	247009	122763473	22,2935	7,9211	0,00201	2,6964	1561	194000
498	248004	123505992	22,3159	7,9264	0,00201	2,6972	1565	194782
499	249001	124251499	22,3383	7,9317	0,00200	2,6981	1568	195565
500	250000	125000000	22,3607	7,9370	0,00200	2,6990	1571	196350
501	251001	125751501	22,3830	7,9423	0,00200	2,6998	1574	197136
502	252004	126506008	22,4054	7,9476	0,00199	2,7007	1577	197923
503	253009	127263527	22,4277	7,9528	0,00199	2,7016	1580	198713
504	254016	128024064	22,4499	7,9581	0,00198	2,7024	1583	199504
505	255025	128787625	22,4722	7,9634	0,00198	2,7033	1587	200296
506	256036	129554216	22,4944	7,9686	0,00198	2,7042	1590	201090
507	257049	130323843	22,5167	7,9739	0,00197	2,7050	1593	201886
508	258064	131096512	22,5389	7,9791	0,00197	2,7059	1596	202683
509	259081	131872229	22,5610	7,9843	0,00196	2,7067	1599	203482
510	260100	132651000	22,5832	7,9896	0,00196	2,7076	1602	204282
511	261121	133432831	22,6053	7,9948	0,00196	2,7084	1605	205084
512	262144	134217728	22,6274	8,0000	0,00195	2,7093	1608	205887
513	263169	135005697	22,6495	8,0052	0,00195	2,7101	1612	206692
514	264196	135796744	22,6716	8,0104	0,00195	2,7110	1615	207499
515	265225	136590875	22,6936	8,0156	0,00194	2,7118	1618	208307
516	266256	137388096	22,7156	8,0208	0,00194	2,7126	1621	209117
517	267289	138188413	22,7376	8,0260	0,00193	2,7135	1624	209928
518	268324	138991832	22,7596	8,0311	0,00193	2,7143	1627	210741
519	269361	139798359	22,7816	8,0363	0,00193	2,7152	1630	211556
520	270400	140608000	22,8035	8,0415	0,00192	2,7160	1634	212372
521	271441	141420761	22,8254	8,0466	0,00192	2,7168	1637	213189
522	272484	142236648	22,8473	8,0517	0,00192	2,7177	1640	214008
523	273529	143055667	22,8692	8,0569	0,00191	2,7185	1643	214829

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\frac{1}{n}$	log. n	πn	$\frac{1}{4}\pi n^2$
524	274576	143877824	22,8910	8,0620	0,00191	2,7193	1646	215651
525	275625	144703125	22,9129	8,0671	0,00190	2,7202	1649	216475
526	276676	145531576	22,9347	8,0723	0,00190	2,7210	1652	217301
527	277729	146363183	22,9565	8,0774	0,00190	2,7218	1656	218128
528	278784	147197952	22,9783	8,0825	0,00189	2,7226	1659	218956
529	279841	148035889	23,0000	8,0876	0,00189	2,7235	1662	219787
530	280900	148877000	23,0217	8,0927	0,00189	2,7243	1665	220618
531	281961	149721291	23,0434	8,0978	0,00188	2,7251	1668	221452
532	283024	150568768	23,0651	8,1028	0,00188	2,7259	1671	222287
533	284089	151419437	23,0868	8,1079	0,00188	2,7267	1674	223123
534	285156	152273304	23,1084	8,1130	0,00187	2,7275	1678	223961
535	286225	153130375	23,1301	8,1180	0,00187	2,7284	1681	224801
536	287296	153990656	23,1517	8,1231	0,00187	2,7292	1684	225642
537	288369	154854153	23,1733	8,1281	0,00186	2,7300	1687	226484
538	289444	155720872	23,1948	8,1332	0,00186	2,7308	1690	227329
539	290521	156590819	23,2164	8,1382	0,00186	2,7316	1693	228175
540	291600	157464000	23,2379	8,1433	0,00185	2,7324	1696	229022
541	292681	158340421	23,2594	8,1483	0,00185	2,7332	1700	229871
542	293764	159220088	23,2809	8,1533	0,00185	2,7340	1703	230722
543	294849	160103007	23,3024	8,1583	0,00184	2,7348	1706	231574
544	295936	160989184	23,3238	8,1633	0,00184	2,7356	1709	232428
545	297025	161878625	23,3452	8,1683	0,00183	2,7364	1712	233283
546	298116	162771336	23,3666	8,1733	0,00183	2,7372	1715	234140
547	299209	163667323	23,3880	8,1783	0,00183	2,7380	1718	234998
548	300304	164566592	23,4094	8,1833	0,00182	2,7388	1722	235858
549	301401	165469149	23,4307	8,1882	0,00182	2,7396	1725	236720
550	302500	166375000	23,4521	8,1932	0,00182	2,7404	1728	237583
551	303601	167284151	23,4734	8,1982	0,00181	2,7412	1731	238448
552	304704	168196608	23,4947	8,2031	0,00181	2,7419	1734	239314
553	305809	169112377	23,5160	8,2081	0,00181	2,7427	1737	240182
554	306916	170031464	23,5372	8,2130	0,00181	2,7435	1740	241051
555	308025	170953875	23,5584	8,2180	0,00180	2,7443	1744	241922
556	309136	171879616	23,5797	8,2229	0,00180	2,7451	1747	242795
557	310249	172808693	23,6008	8,2278	0,00180	2,7459	1750	243669
558	311364	173741112	23,6220	8,2327	0,00179	2,7466	1753	244545
559	312481	174676879	23,6432	8,2377	0,00179	2,7474	1756	245422
560	313600	175616000	23,6643	8,2426	0,00179	2,7482	1759	246301
561	314721	176558481	23,6854	8,2475	0,00178	2,7490	1762	247181
562	315844	177504328	23,7065	8,2524	0,00178	2,7497	1766	248063
563	316969	178453547	23,7276	8,2573	0,00178	2,7505	1769	248947
564	318096	179406144	23,7487	8,2621	0,00177	2,7513	1772	249832
565	319225	180362125	23,7697	8,2670	0,00177	2,7520	1775	250719
566	320356	181321496	23,7908	8,2719	0,00177	2,7528	1778	251607
567	321489	182284263	23,8118	8,2768	0,00176	2,7536	1781	252497
568	322624	183250432	23,8328	8,2816	0,00176	2,7543	1784	253388
569	323761	184220009	23,8537	8,2865	0,00176	2,7551	1788	254281
570	324900	185193000	23,8747	8,2913	0,00175	2,7559	1791	255176
571	326041	186169411	23,8956	8,2962	0,00175	2,7566	1794	256072

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\frac{1}{n}$	log. n	πn	$\frac{1}{4}\pi n^2$
572	327184	187149248	23,9165	8,3010	0,00175	2,7574	1797	256970
573	328329	188132517	23,9374	8,3059	0,00175	2,7582	1800	257869
574	329476	189119224	23,9583	8,3107	0,00174	2,7589	1803	258770
575	330625	190109375	23,9792	8,3155	0,00174	2,7597	1806	259672
576	331776	191102976	24,0000	8,3203	0,00174	2,7604	1810	260576
577	332929	192100033	24,0208	8,3251	0,00173	2,7612	1813	261482
578	334084	193100552	24,0416	8,3300	0,00173	2,7619	1816	262389
579	335241	194104539	24,0624	8,3348	0,00173	2,7627	1819	263298
580	336400	195112000	24,0832	8,3396	0,00172	2,7634	1822	264208
581	337561	196122941	24,1039	8,3443	0,00172	2,7642	1825	265120
582	338724	197137368	24,1247	8,3491	0,00172	2,7649	1828	266033
583	339889	198155287	24,1454	8,3539	0,00172	2,7657	1832	266948
584	341056	199176704	24,1661	8,3587	0,00171	2,7664	1835	267865
585	342225	200201625	24,1868	8,3634	0,00171	2,7672	1838	268783
586	343396	201230056	24,2074	8,3682	0,00171	2,7679	1841	269703
587	344569	202262003	24,2281	8,3730	0,00170	2,7686	1844	270624
588	345744	203297472	24,2487	8,3777	0,00170	2,7694	1847	271547
589	346921	204336469	24,2693	8,3825	0,00170	2,7701	1850	272471
590	348100	205379000	24,2899	8,3872	0,00169	2,7709	1854	273397
591	349281	206425071	24,3105	8,3919	0,00169	2,7716	1857	274325
592	350464	207474688	24,3311	8,3967	0,00169	2,7723	1860	275254
593	351649	208527857	24,3516	8,4014	0,00169	2,7731	1863	276185
594	352836	209584584	24,3721	8,4061	0,00168	2,7738	1866	277117
595	354025	210644875	24,3926	8,4108	0,00168	2,7745	1869	278051
596	355216	211708736	24,4131	8,4155	0,00168	2,7752	1872	278986
597	356409	212776173	24,4336	8,4202	0,00168	2,7760	1876	279923
598	357604	213847192	24,4540	8,4249	0,00167	2,7767	1879	280862
599	358801	214921799	24,4745	8,4296	0,00167	2,7774	1882	281802
600	360000	216000000	24,4949	8,4343	0,00167	2,7782	1885	282744
601	361201	217081801	24,5153	8,4390	0,00166	2,7789	1888	283687
602	362404	218167208	24,5357	8,4437	0,00166	2,7796	1891	284632
603	363609	219256227	24,5561	8,4484	0,00166	2,7803	1894	285578
604	364816	220348864	24,5764	8,4530	0,00166	2,7810	1898	286526
605	366025	221445125	24,5967	8,4577	0,00165	2,7818	1901	287475
606	367236	222545016	24,6171	8,4623	0,00165	2,7825	1904	288426
607	368449	223648543	24,6374	8,4670	0,00165	2,7832	1907	289379
608	369664	224755712	24,6577	8,4716	0,00164	2,7839	1910	290333
609	370881	225866529	24,6779	8,4763	0,00164	2,7846	1913	291289
610	372100	226981000	24,6982	8,4809	0,00164	2,7853	1916	292247
611	373321	228099131	24,7184	8,4856	0,00164	2,7860	1920	293206
612	374544	229220928	24,7386	8,4902	0,00163	2,7868	1923	294166
613	375769	230346397	24,7588	8,4948	0,00163	2,7875	1926	295128
614	376996	231475544	24,7790	8,4994	0,00163	2,7882	1929	296092
615	378225	232608375	24,7992	8,5040	0,00163	2,7889	1932	297057
616	379456	233744896	24,8193	8,5086	0,00162	2,7896	1935	298024
617	380689	234885113	24,8395	8,5132	0,00162	2,7903	1938	298992
618	381924	236029032	24,8596	8,5178	0,00162	2,7910	1942	299962
619	383161	237176659	24,8797	8,5224	0,00162	2,7917	1945	300934
620	384400	238328000	24,8998	8,5270	0,00161	2,7924	1948	301907

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\frac{1}{n}$	log. n	πn	$\frac{1}{4}\pi n^2$
621	385641	239483061	24,9199	8,5316	0,00161	2,7931	1951	302882
622	386884	240641848	24,9399	8,5362	0,00161	2,7938	1954	303858
623	388129	241804367	24,9600	8,5408	0,00161	2,7945	1957	304836
624	389376	242970624	24,9800	8,5453	0,00160	2,7952	1960	305815
625	390625	244140625	25,0000	8,5499	0,00160	2,7959	1963	306796
626	391876	245314376	25,0200	8,5544	0,00160	2,7966	1967	307779
627	393129	246491883	25,0400	8,5590	0,00159	2,7973	1970	308763
628	394384	247673152	25,0599	8,5635	0,00159	2,7980	1973	309748
629	395641	248858189	25,0799	8,5681	0,00159	2,7987	1976	310736
630	396900	250047000	25,0998	8,5726	0,00159	2,7993	1979	311725
631	398161	251239591	25,1197	8,5772	0,00158	2,8000	1982	312715
632	399424	252435968	25,1396	8,5817	0,00158	2,8007	1985	313707
633	400689	253636137	25,1595	8,5862	0,00158	2,8014	1989	314700
634	401956	254840104	25,1794	8,5907	0,00158	2,8021	1992	315696
635	403225	256047875	25,1992	8,5952	0,00157	2,8028	1995	316692
636	404496	257259456	25,2190	8,5997	0,00157	2,8035	1998	317690
637	405769	258474853	25,2389	8,6043	0,00157	2,8041	2001	318690
638	407044	259694072	25,2587	8,6088	0,00157	2,8048	2004	319692
639	408321	260917119	25,2784	8,6132	0,00156	2,8055	2007	320695
640	409600	262144000	25,2982	8,6177	0,00156	2,8062	2011	321699
641	410881	263374721	25,3180	8,6222	0,00156	2,8069	2014	322705
642	412164	264609288	25,3377	8,6267	0,00156	2,8075	2017	323713
643	413449	265847707	25,3574	8,6312	0,00156	2,8082	2020	324722
644	414736	267089984	25,3772	8,6357	0,00155	2,8089	2023	325733
645	416025	268336125	25,3969	8,6401	0,00155	2,8096	2026	326745
646	417316	269586136	25,4165	8,6446	0,00155	2,8102	2029	327759
647	418609	270840023	25,4362	8,6490	0,00155	2,8109	2033	328775
648	419904	272097792	25,4558	8,6535	0,00154	2,8116	2036	329792
649	421201	273359449	25,4755	8,6579	0,00154	2,8122	2039	330810
650	422500	274625000	25,4951	8,6624	0,00154	2,8129	2042	331831
651	423801	275894451	25,5147	8,6668	0,00154	2,8136	2045	332853
652	425104	277167808	25,5343	8,6713	0,00153	2,8142	2048	333876
653	426409	278445077	25,5539	8,6757	0,00153	2,8149	2051	334901
654	427716	279726264	25,5734	8,6801	0,00153	2,8156	2055	335927
655	429025	281011375	25,5930	8,6845	0,00153	2,8162	2058	336955
656	430336	282300416	25,6125	8,6890	0,00152	2,8169	2061	337985
657	431649	283593393	25,6320	8,6934	0,00152	2,8176	2064	339016
658	432964	284890312	25,6515	8,6978	0,00152	2,8182	2067	340049
659	434281	286191179	25,6710	8,7022	0,00152	2,8189	2070	341083
660	435600	287496000	25,6905	8,7066	0,00152	2,8195	2073	342119
661	436921	288804781	25,7099	8,7110	0,00151	2,8202	2077	343157
662	438244	290117528	25,7294	8,7154	0,00151	2,8209	2080	344196
663	439569	291434247	25,7488	8,7198	0,00151	2,8215	2083	345237
664	440896	292754944	25,7682	8,7241	0,00151	2,8222	2086	346279
665	442225	294079625	25,7876	8,7285	0,00150	2,8228	2089	347323
666	443556	295408296	25,8070	8,7329	0,00150	2,8235	2092	348368
667	444889	296740963	25,8263	8,7373	0,00150	2,8241	2095	349415
668	446224	298077632	25,8457	8,7416	0,00150	2,8248	2099	350464
669	447561	299418309	25,8650	8,7460	0,00149	2,8254	2102	351514

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\frac{1}{n}$	log. n	πn	$\frac{1}{4}\pi n^2$
670	448900	300763000	25,8844	8,7503	0,00149	2,8261	2105	352565
671	450241	302111711	25,9037	8,7547	0,00149	2,8267	2108	353618
672	451584	303464448	25,9230	8,7590	0,00149	2,8274	2111	354673
673	452929	304821217	25,9422	8,7634	0,00149	2,8280	2114	355730
674	454276	306182024	25,9615	8,7677	0,00148	2,8287	2117	356788
675	455625	307546875	25,9808	8,7721	0,00148	2,8293	2121	357847
676	456976	308915776	26,0000	8,7764	0,00148	2,8299	2124	358908
677	458329	310288733	26,0192	8,7807	0,00148	2,8306	2127	359971
678	459684	311665752	26,0384	8,7850	0,00147	2,8312	2130	361035
679	461041	313046839	26,0576	8,7893	0,00147	2,8319	2133	362101
680	462400	314432000	26,0768	8,7937	0,00147	2,8325	2136	363168
681	463761	315821241	26,0960	8,7980	0,00147	2,8331	2139	364237
682	465124	317214568	26,1151	8,8023	0,00147	2,8338	2143	365308
683	466489	318611987	26,1343	8,8066	0,00146	2,8344	2146	366380
684	467856	320013504	26,1534	8,8109	0,00146	2,8351	2149	367453
685	469225	321419125	26,1725	8,8152	0,00146	2,8357	2152	368528
686	470596	322828856	26,1916	8,8194	0,00146	2,8363	2155	369605
687	471969	324242703	26,2107	8,8237	0,00146	2,8370	2158	370684
688	473344	325660672	26,2298	8,8280	0,00145	2,8376	2161	371764
689	474721	327082769	26,2488	8,8323	0,00145	2,8382	2165	372845
690	476100	328509000	26,2679	8,8366	0,00145	2,8388	2168	373928
691	477481	329939371	26,2869	8,8408	0,00145	2,8395	2171	375013
692	478864	331373888	26,3059	8,8451	0,00145	2,8401	2174	376099
693	480249	332812557	26,3249	8,8493	0,00144	2,8407	2177	377187
694	481636	334255384	26,3439	8,8536	0,00144	2,8414	2180	378276
695	483025	335702375	26,3629	8,8578	0,00144	2,8420	2183	379367
696	484416	337153536	26,3818	8,8621	0,00144	2,8426	2187	380460
697	485809	338608873	26,4008	8,8663	0,00143	2,8432	2190	381553
698	487204	340068392	26,4197	8,8706	0,00143	2,8439	2193	382649
699	488601	341532099	26,4386	8,8748	0,00143	2,8445	2196	383746
700	490000	343000000	26,4575	8,8790	0,00143	2,8451	2199	384845
701	491401	344472101	26,4764	8,8833	0,00143	2,8457	2202	385945
702	492804	345948408	26,4953	8,8875	0,00142	2,8463	2205	387047
703	494209	347428927	26,5141	8,8917	0,00142	2,8470	2209	388151
704	495616	348913664	26,5330	8,8959	0,00142	2,8476	2212	389256
705	497025	350402625	26,5518	8,9001	0,00142	2,8482	2215	390363
706	498436	351895816	26,5707	8,9043	0,00142	2,8488	2218	391471
707	499849	353393243	26,5895	8,9085	0,00141	2,8494	2221	392580
708	501264	354894912	26,6083	8,9127	0,00141	2,8500	2224	393692
709	502681	356400829	26,6271	8,9169	0,00141	2,8506	2227	394805
710	504100	357911000	26,6458	8,9211	0,00141	2,8513	2231	395919
711	505521	359425431	26,6646	8,9253	0,00141	2,8519	2234	397035
712	506944	360944128	26,6833	8,9295	0,00140	2,8525	2237	398153
713	508369	362467097	26,7021	8,9337	0,00140	2,8531	2240	399272
714	509796	363994344	26,7208	8,9378	0,00140	2,8537	2243	400393
715	511225	365525875	26,7395	8,9420	0,00140	2,8543	2246	401515
716	512656	367061696	26,7582	8,9462	0,00140	2,8549	2249	402639
717	514089	368601813	26,7769	8,9503	0,00139	2,8555	2253	403765

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\frac{1}{n}$	log. n	πn	$\frac{1}{4}\pi n^2$
718	515524	370146232	26,7955	8,9545	0,00139	2,8561	2256	404892
719	516961	371694959	26,8142	8,9587	0,00139	2,8567	2259	406020
720	518400	373248000	26,8328	8,9628	0,00139	2,8573	2262	407150
721	519841	374805361	26,8514	8,9670	0,00139	2,8579	2265	408282
722	521284	376367048	26,8701	8,9711	0,00139	2,8585	2268	409415
723	522729	377933067	26,8887	8,9752	0,00138	2,8591	2271	410550
724	524176	379503424	26,9072	8,9794	0,00138	2,8597	2275	411687
725	525625	381078125	26,9258	8,9835	0,00138	2,8603	2278	412825
726	527076	382657176	26,9444	8,9876	0,00138	2,8609	2281	413965
727	528529	384240583	26,9629	8,9918	0,00138	2,8615	2284	415106
728	529984	385828352	26,9815	8,9959	0,00137	2,8621	2287	416248
729	531441	387420489	27,0000	9,0000	0,00137	2,8627	2290	417393
730	532900	389017000	27,0185	9,0041	0,00137	2,8633	2293	418539
731	534361	390617891	27,0370	9,0082	0,00137	2,8639	2297	419686
732	535824	392223168	27,0555	9,0123	0,00137	2,8645	2300	420835
733	537289	393832837	27,0740	9,0164	0,00136	2,8651	2303	421986
734	538756	395446904	27,0924	9,0205	0,00136	2,8657	2306	423138
735	540225	397065375	27,1109	9,0246	0,00136	2,8663	2309	424292
736	541696	398688256	27,1293	9,0287	0,00136	2,8669	2312	425447
737	543169	400315553	27,1477	9,0328	0,00136	2,8675	2315	426604
738	544644	401947272	27,1662	9,0369	0,00136	2,8681	2318	427762
739	546121	403583419	27,1846	9,0410	0,00135	2,8686	2322	428922
740	547600	405224000	27,2029	9,0450	0,00135	2,8692	2325	430084
741	549081	406869021	27,2213	9,0491	0,00135	2,8698	2328	431247
742	550564	408518488	27,2397	9,0532	0,00135	2,8704	2331	432412
743	552049	410172407	27,2580	9,0572	0,00135	2,8710	2334	433578
744	553536	411830784	27,2764	9,0613	0,00134	2,8716	2337	434746
745	555025	413493625	27,2947	9,0654	0,00134	2,8722	2340	435916
746	556516	415160936	27,3130	9,0694	0,00134	2,8727	2344	437087
747	558009	416832723	27,3313	9,0735	0,00134	2,8733	2347	438259
748	559504	418508992	27,3496	9,0775	0,00134	2,8739	2350	439433
749	561001	420189749	27,3679	9,0816	0,00134	2,8745	2353	440609
750	562500	421875000	27,3861	9,0856	0,00133	2,8751	2356	441786
751	564001	423564751	27,4044	9,0896	0,00133	2,8756	2359	442965
752	565504	425259008	27,4226	9,0937	0,00133	2,8762	2362	444146
753	567009	426957777	27,4408	9,0977	0,00133	2,8768	2366	445328
754	568516	428661064	27,4591	9,1017	0,00133	2,8774	2369	446511
755	570025	430368875	27,4773	9,1057	0,00132	2,8779	2372	447697
756	571536	432081216	27,4955	9,1098	0,00132	2,8785	2375	448883
757	573049	433798093	27,5136	9,1138	0,00132	2,8791	2378	450072
758	574564	435519512	27,5318	9,1178	0,00132	2,8797	2381	451262
759	576081	437245479	27,5500	9,1218	0,00132	2,8802	2384	452453
760	577600	438976000	27,5681	9,1258	0,00132	2,8808	2388	453646
761	579121	440711081	27,5862	9,1298	0,00131	2,8814	2391	454841
762	580644	442450728	27,6043	9,1338	0,00131	2,8820	2394	456037
763	582169	444194947	27,6225	9,1378	0,00131	2,8825	2397	457234
764	583696	445943744	27,6405	9,1418	0,00131	2,8831	2400	458434
765	585225	447697125	27,6586	9,1458	0,00131	2,8837	2403	459635

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\frac{1}{n}$	log. n	πn	$\frac{1}{4}\pi n^2$
766	586756	449455096	27,6767	9,1498	0,00131	2,8842	2406	460837
767	588289	451217663	27,6948	9,1537	0,00130	2,8848	2410	462041
768	589824	452984832	27,7128	9,1577	0,00130	2,8854	2413	463247
769	591361	454756609	27,7308	9,1617	0,00130	2,8859	2416	464454
770	592900	456533000	27,7489	9,1657	0,00130	2,8865	2419	465663
771	594441	458314011	27,7669	9,1696	0,00130	2,8871	2422	466873
772	595984	460099648	27,7849	9,1736	0,00130	2,8876	2425	468085
773	597529	461889917	27,8029	9,1775	0,00129	2,8882	2428	469298
774	599076	463684824	27,8209	9,1815	0,00129	2,8887	2432	470513
775	600625	465484375	27,8388	9,1855	0,00129	2,8893	2435	471730
776	602176	467288576	27,8568	9,1894	0,00129	2,8899	2438	472948
777	603729	469097433	27,8747	9,1933	0,00129	2,8904	2441	474168
778	605284	470910952	27,8927	9,1973	0,00129	2,8910	2444	475389
779	606841	472729139	27,9106	9,2012	0,00128	2,8915	2447	476612
780	608400	474552000	27,9285	9,2052	0,00128	2,8921	2450	477836
781	609961	476379541	27,9464	9,2091	0,00128	2,8927	2454	479062
782	611524	478211768	27,9643	9,2130	0,00128	2,8932	2457	480290
783	613089	480048687	27,9821	9,2170	0,00128	2,8938	2460	481519
784	614656	481890304	28,0000	9,2209	0,00128	2,8943	2463	482750
785	616225	483736625	28,0179	9,2248	0,00127	2,8949	2466	483982
786	617796	485587656	28,0357	9,2287	0,00127	2,8954	2469	485216
787	619369	487443403	28,0535	9,2326	0,00127	2,8960	2472	486451
788	620944	489303872	28,0713	9,2365	0,00127	2,8965	2476	487688
789	622521	491169069	28,0891	9,2404	0,00127	2,8971	2479	488927
790	624100	493039000	28,1069	9,2443	0,00127	2,8976	2482	490167
791	625681	494913671	28,1247	9,2482	0,00126	2,8982	2485	491409
792	627264	496793088	28,1425	9,2521	0,00126	2,8987	2488	492652
793	628849	498677257	28,1603	9,2560	0,00126	2,8993	2491	493897
794	630436	500566184	28,1780	9,2599	0,00126	2,8998	2494	495143
795	632025	502459875	28,1957	9,2638	0,00126	2,9004	2498	496391
796	633616	504358336	28,2135	9,2677	0,00126	2,9009	2501	497641
797	635209	506261573	28,2312	9,2716	0,00125	2,9015	2504	498892
798	636804	508169592	28,2489	9,2754	0,00125	2,9020	2507	500145
799	638401	510082399	28,2666	9,2793	0,00125	2,9025	2510	501399
800	640000	512000000	28,2843	9,2832	0,00125	2,9031	2513	502655
801	641601	513922401	28,3019	9,2870	0,00125	2,9036	2516	503912
802	643204	515849608	28,3196	9,2909	0,00125	2,9042	2520	505171
803	644809	517781627	28,3373	9,2948	0,00125	2,9047	2523	506432
804	646416	519718464	28,3549	9,2986	0,00124	2,9053	2526	507694
805	648025	521660125	28,3725	9,3025	0,00124	2,9058	2529	508958
806	649636	523606616	28,3901	9,3063	0,00124	2,9063	2532	510223
807	651249	525557943	28,4077	9,3102	0,00124	2,9069	2535	511490
808	652864	527514112	28,4253	9,3140	0,00124	2,9074	2538	512758
809	654481	529475129	28,4429	9,3179	0,00124	2,9079	2542	514028
810	656100	531441000	28,4605	9,3217	0,00123	2,9085	2545	515300
811	657721	533411731	28,4781	9,3255	0,00123	2,9090	2548	516573
812	659344	535387328	28,4956	9,3294	0,00123	2,9096	2551	517848
813	660969	537367797	28,5132	9,3332	0,00123	2,9101	2554	519124

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\frac{1}{n}$	log. n	πn	$\frac{1}{4}\pi n^2$
814	662596	539353144	28,5307	9,3370	0,00123	2,9106	2557	520402
815	664225	541343375	28,5482	9,3408	0,00123	2,9112	2560	521681
816	665856	543338496	28,5657	9,3447	0,00123	2,9117	2564	522962
817	667489	545338513	28,5832	9,3485	0,00122	2,9122	2567	524245
818	669124	547343432	28,6007	9,3523	0,00122	2,9128	2570	525529
819	670761	549353259	28,6182	9,3561	0,00122	2,9133	2573	526814
820	672400	551368000	28,6356	9,3599	0,00122	2,9138	2576	528102
821	674041	553387661	28,6531	9,3637	0,00122	2,9143	2579	529391
822	675684	555412248	28,6705	9,3675	0,00122	2,9149	2582	530681
823	677329	557441767	28,6880	9,3713	0,00122	2,9154	2586	531973
824	678976	559476224	28,7054	9,3751	0,00121	2,9159	2589	533267
825	680625	561515625	28,7228	9,3789	0,00121	2,9165	2592	534562
826	682276	563559976	28,7402	9,3827	0,00121	2,9170	2595	535858
827	683929	565609283	28,7576	9,3865	0,00121	2,9175	2598	537157
828	685584	567663552	28,7750	9,3902	0,00121	2,9180	2601	538456
829	687241	569722789	28,7924	9,3940	0,00121	2,9186	2604	539758
830	688900	571787000	28,8097	9,3978	0,00120	2,9191	2608	541061
831	690561	573856191	28,8271	9,4016	0,00120	2,9196	2611	542365
832	692224	575930368	28,8444	9,4053	0,00120	2,9201	2614	543671
833	693889	578009537	28,8617	9,4091	0,00120	2,9206	2617	544979
834	695556	580093704	28,8791	9,4129	0,00120	2,9212	2620	546288
835	697225	582182875	28,8964	9,4166	0,00120	2,9217	2623	547599
836	698896	584277056	28,9137	9,4204	0,00120	2,9222	2626	548912
837	700569	586376253	28,9310	9,4241	0,00119	2,9227	2630	550226
838	702244	588480472	28,9482	9,4279	0,00119	2,9232	2633	551541
839	703921	590589719	28,9655	9,4316	0,00119	2,9238	2636	552858
840	705600	592704000	28,9828	9,4354	0,00119	2,9243	2639	554177
841	707281	594823321	29,0000	9,4391	0,00119	2,9248	2642	555497
842	708964	596947688	29,0172	9,4429	0,00119	2,9253	2645	556819
843	710649	599077107	29,0345	9,4466	0,00119	2,9258	2648	558142
844	712336	601211584	29,0517	9,4503	0,00118	2,9263	2652	559467
845	714025	603351125	29,0689	9,4541	0,00118	2,9269	2655	560794
846	715716	605495736	29,0861	9,4578	0,00118	2,9274	2658	562122
847	717409	607645423	29,1033	9,4615	0,00118	2,9279	2661	563452
848	719104	609800192	29,1204	9,4652	0,00118	2,9284	2664	564783
849	720801	611960049	29,1376	9,4690	0,00118	2,9289	2667	566116
850	722500	614125000	29,1548	9,4727	0,00118	2,9294	2670	567450
851	724201	616295051	29,1719	9,4764	0,00118	2,9299	2673	568786
852	725904	618470208	29,1890	9,4801	0,00117	2,9304	2677	570124
853	727609	620650477	29,2062	9,4838	0,00117	2,9309	2680	571463
854	729316	622835864	29,2233	9,4875	0,00117	2,9315	2683	572803
855	731025	625026375	29,2404	9,4912	0,00117	2,9320	2686	574146
856	732736	627222016	29,2575	9,4949	0,00117	2,9325	2689	575490
857	734449	629422793	29,2746	9,4986	0,00117	2,9330	2692	576835
858	736164	631628712	29,2916	9,5023	0,00117	2,9335	2695	578182
859	737881	633839779	29,3087	9,5060	0,00116	2,9340	2699	579530
860	739600	636056000	29,3258	9,5097	0,00116	2,9345	2702	580880
861	741321	638277381	29,3428	9,5134	0,00116	2,9350	2705	582232

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\frac{1}{n}$	log. n	πn	$\frac{1}{4}\pi n^2$
862	743044	640503928	29,3598	9,5171	0,00116	2,9355	2708	583585
863	744769	642735647	29,3769	9,5207	0,00116	2,9360	2711	584940
864	746496	644972544	29,3939	9,5244	0,00116	2,9365	2714	586297
865	748225	647214625	29,4109	9,5281	0,00116	2,9370	2717	587655
866	749956	649461896	29,4279	9,5317	0,00115	2,9375	2721	589014
867	751689	651714363	29,4449	9,5354	0,00115	2,9380	2724	590375
868	753424	653972032	29,4618	9,5391	0,00115	2,9385	2727	591738
869	755161	656234909	29,4788	9,5427	0,00115	2,9390	2730	593102
870	756900	658503000	29,4958	9,5464	0,00115	2,9395	2733	594468
871	758641	660776311	29,5127	9,5501	0,00115	2,9400	2736	595835
872	760384	663054848	29,5296	9,5537	0,00115	2,9405	2739	597204
873	762129	665338617	29,5466	9,5574	0,00115	2,9410	2743	598575
874	763876	667627624	29,5635	9,5610	0,00114	2,9415	2746	599947
875	765625	669921875	29,5804	9,5647	0,00114	2,9420	2749	601320
876	767376	672221376	29,5973	9,5683	0,00114	2,9425	2752	602696
877	769129	674526133	29,6142	9,5719	0,00114	2,9430	2755	604073
878	770884	676836152	29,6311	9,5756	0,00114	2,9435	2758	605451
879	772641	679151439	29,6479	9,5792	0,00114	2,9440	2761	606831
880	774400	681472000	29,6648	9,5828	0,00114	2,9445	2765	608212
881	776161	683797841	29,6816	9,5865	0,00114	2,9450	2768	609595
882	777924	686128968	29,6985	9,5901	0,00113	2,9455	2771	610980
883	779689	688465387	29,7153	9,5937	0,00113	2,9460	2774	612366
884	781456	690807104	29,7321	9,5973	0,00113	2,9465	2777	613754
885	783225	693154125	29,7489	9,6010	0,00113	2,9469	2780	615143
886	784996	695506456	29,7658	9,6046	0,00113	2,9474	2783	616534
887	786769	697864103	29,7825	9,6082	0,00113	2,9479	2787	617927
888	788544	700227072	29,7993	9,6118	0,00113	2,9484	2790	619321
889	790321	702595369	29,8161	9,6154	0,00112	2,9489	2793	620717
890	792100	704969000	29,8329	9,6190	0,00112	2,9494	2796	622114
891	793881	707347971	29,8496	9,6226	0,00112	2,9499	2799	623513
892	795664	709732288	29,8664	9,6262	0,00112	2,9504	2802	624913
893	797449	712121957	29,8831	9,6298	0,00112	2,9509	2805	626315
894	799236	714516984	29,8998	9,6334	0,00112	2,9513	2809	627718
895	801025	716917375	29,9166	9,6370	0,00112	2,9518	2812	629124
896	802816	719323136	29,9333	9,6406	0,00112	2,9523	2815	630530
897	804609	721734273	29,9500	9,6442	0,00111	2,9528	2818	631938
898	806404	724150792	29,9666	9,6477	0,00111	2,9533	2821	633348
899	808201	726572699	29,9833	9,6513	0,00111	2,9538	2824	634760
900	810000	729000000	30,0000	9,6549	0,00111	2,9542	2827	636173
901	811801	731432701	30,0167	9,6585	0,00111	2,9547	2831	637587
902	813604	733870808	30,0333	9,6620	0,00111	2,9552	2834	639003
903	815409	736314327	30,0500	9,6656	0,00111	2,9557	2837	640421
904	817216	738763264	30,0666	9,6692	0,00111	2,9562	2840	641840
905	819025	741217625	30,0832	9,6727	0,00110	2,9566	2843	643261
906	820836	743677416	30,0998	9,6763	0,00110	2,9571	2846	644683
907	822649	746142643	30,1164	9,6799	0,00110	2,9576	2849	646107
908	824464	748613312	30,1330	9,6834	0,00110	2,9581	2853	647533
909	826281	751089429	30,1496	9,6870	0,00110	2,9586	2856	648960
910	828100	753571000	30,1662	9,6905	0,00110	2,9590	2859	650388

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\frac{1}{n}$	log. n	πn	$\frac{1}{4}\pi n^2$
911	829921	756058031	30,1828	9,6941	0,00110	2,9595	2862	651818
912	831744	758550528	30,1993	9,6976	0,00110	2,9600	2865	653250
913	833569	761048497	30,2159	9,7012	0,00110	2,9605	2868	654684
914	835396	763551944	30,2324	9,7047	0,00109	2,9609	2871	656118
915	837225	766060875	30,2490	9,7082	0,00109	2,9614	2875	657555
916	839056	768575296	30,2655	9,7118	0,00109	2,9619	2878	658993
917	840889	771095213	30,2820	9,7153	0,00109	2,9624	2881	660433
918	842724	773620632	30,2985	9,7188	0,00109	2,9628	2884	661874
919	844561	776151559	30,3150	9,7224	0,00109	2,9633	2887	663317
920	846400	778688000	30,3315	9,7259	0,00109	2,9638	2890	664761
921	848241	781229961	30,3480	9,7294	0,00109	2,9643	2893	666207
922	850084	783777448	30,3645	9,7329	0,00108	2,9647	2897	667654
923	851929	786330467	30,3809	9,7364	0,00108	2,9652	2900	669103
924	853776	788889024	30,3974	9,7400	0,00108	2,9657	2903	670554
925	855625	791453125	30,4138	9,7435	0,00108	2,9661	2906	672006
926	857476	794022776	30,4302	9,7470	0,00108	2,9666	2909	673460
927	859329	796597983	30,4467	9,7505	0,00108	2,9671	2912	674915
928	861184	799178752	30,4631	9,7540	0,00108	2,9675	2915	676372
929	863041	801765089	30,4795	9,7575	0,00108	2,9680	2919	677831
930	864900	804357000	30,4959	9,7610	0,00108	2,9685	2922	679291
931	866761	806954491	30,5123	9,7645	0,00107	2,9689	2925	680752
932	868624	809557568	30,5287	9,7680	0,00107	2,9694	2928	682216
933	870489	812166237	30,5450	9,7715	0,00107	2,9699	2931	683680
934	872356	814780504	30,5614	9,7750	0,00107	2,9703	2934	685147
935	874225	817400375	30,5778	9,7785	0,00107	2,9708	2937	686615
936	876096	820025856	30,5941	9,7819	0,00107	2,9713	2941	688084
937	877969	822656953	30,6105	9,7854	0,00107	2,9717	2944	689555
938	879844	825293672	30,6268	9,7889	0,00107	2,9722	2947	691028
939	881721	827936019	30,6431	9,7924	0,00106	2,9727	2950	692502
940	883600	830584000	30,6594	9,7959	0,00106	2,9731	2953	693978
941	885481	833237621	30,6757	9,7993	0,00106	2,9736	2956	695455
942	887364	835896888	30,6920	9,8028	0,00106	2,9741	2959	696934
943	889249	838561807	30,7083	9,8063	0,00106	2,9745	2963	698415
944	891136	841232384	30,7246	9,8097	0,00106	2,9750	2966	699897
945	893025	843908625	30,7409	9,8132	0,00106	2,9754	2969	701380
946	894916	846590536	30,7571	9,8167	0,00106	2,9759	2972	702865
947	896809	849278123	30,7734	9,8201	0,00106	2,9763	2975	704352
948	898704	851971392	30,7896	9,8236	0,00105	2,9768	2978	705840
949	900601	854670349	30,8058	9,8270	0,00105	2,9773	2981	707330
950	902500	857375000	30,8221	9,8305	0,00105	2,9777	2985	708822
951	904401	860085351	30,8383	9,8339	0,00105	2,9782	2988	710315
952	906304	862801408	30,8545	9,8374	0,00105	2,9786	2991	711809
953	908209	865523177	30,8707	9,8408	0,00105	2,9791	2994	713306
954	910116	868250664	30,8869	9,8443	0,00105	2,9795	2997	714803
955	912025	870983875	30,9031	9,8477	0,00105	2,9800	3000	716303
956	913936	873722816	30,9192	9,8511	0,00105	2,9805	3003	717804
957	915849	876467493	30,9354	9,8546	0,00104	2,9809	3007	719306
958	917764	879217912	30,9516	9,8580	0,00104	2,9814	3010	720810
959	919681	881974079	30,9677	9,8614	0,00104	2,9818	3013	722316

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\frac{1}{n}$	log. n	πn	$\frac{1}{4}\pi n^2$
960	921600	884736000	30,9839	9,8648	0,00104	2,9823	3016	723823
961	923521	887503681	31,0000	9,8683	0,00104	2,9827	3019	725332
962	925444	890277128	31,0161	9,8717	0,00104	2,9832	3022	726842
963	927369	893056347	31,0322	9,8751	0,00104	2,9836	3025	728354
964	929296	895841344	31,0483	9,8785	0,00104	2,9841	3028	729867
965	931225	898632125	31,0644	9,8819	0,00104	2,9845	3032	731382
966	933156	901428696	31,0805	9,8854	0,00104	2,9850	3035	732899
967	935089	904231063	31,0966	9,8888	0,00103	2,9854	3038	734417
968	937024	907039232	31,1127	9,8922	0,00103	2,9859	3041	735937
969	938961	909853209	31,1288	9,8956	0,00103	2,9863	3044	737458
970	940900	912673000	31,1448	9,8990	0,00103	2,9868	3047	738981
971	942841	915498611	31,1609	9,9024	0,00103	2,9872	3050	740506
972	944784	918330048	31,1769	9,9058	0,00103	2,9877	3054	742032
973	946729	921167317	31,1929	9,9092	0,00103	2,9881	3057	743559
974	948676	924010424	31,2090	9,9126	0,00103	2,9886	3060	745088
975	950625	926859375	31,2250	9,9160	0,00103	2,9890	3063	746619
976	952576	929714176	31,2410	9,9194	0,00102	2,9894	3066	748151
977	954529	932574833	31,2570	9,9227	0,00102	2,9899	3069	749685
978	956484	935441352	31,2730	9,9261	0,00102	2,9903	3072	751221
979	958441	938313739	31,2890	9,9295	0,00102	2,9908	3076	752758
980	960400	941192000	31,3050	9,9329	0,00102	2,9912	3079	754296
981	962361	944076141	31,3209	9,9363	0,00102	2,9917	3082	755837
982	964324	946966168	31,3369	9,9396	0,00102	2,9921	3085	757378
983	966289	949862087	31,3528	9,9430	0,00102	2,9926	3088	758922
984	968256	952763904	31,3688	9,9464	0,00102	2,9930	3091	760466
985	970225	955671625	31,3847	9,9497	0,00102	2,9934	3094	762013
986	972196	958585256	31,4006	9,9531	0,00101	2,9939	3098	763561
987	974169	961504803	31,4166	9,9565	0,00101	2,9943	3101	765111
988	976144	964430272	31,4325	9,9598	0,00101	2,9948	3104	766662
989	978121	967361669	31,4484	9,9632	0,00101	2,9952	3107	768214
990	980100	970299000	31,4643	9,9666	0,00101	2,9956	3110	769769
991	982081	973242271	31,4802	9,9699	0,00101	2,9961	3113	771325
992	984064	976191488	31,4960	9,9733	0,00101	2,9965	3116	772882
993	986049	979146657	31,5119	9,9766	0,00101	2,9969	3120	774441
994	988036	982107784	31,5278	9,9800	0,00101	2,9974	3123	776002
995	990025	985074875	31,5436	9,9833	0,00101	2,9978	3126	777564
996	992016	988047936	31,5595	9,9866	0,00100	2,9983	3129	779128
997	994009	991026973	31,5753	9,9900	0,00100	2,9987	3132	780693
998	996004	994011992	31,5911	9,9933	0,00100	2,9991	3135	782260
999	998001	997002999	31,6070	9,9967	0,00100	2,9996	3138	783828
1000	1000000	1000000000	31,6228	10,0000	0,00100	3,0000	3142	785398

Uso della precedente tabella. — La tabella è immediatamente applicabile anche per tutti i numeri non intieri, quando il numero costituito dalle cifre significative non superi 1000 (le cifre significative sono le cifre del numero dato, cominciando, nel caso di una frazione decimale, dopo gli zeri iniziali: così 502; 31; 403 sono le cifre significative di 5,02; 0,0031; 0,403). In tal caso si considererà il com-

plesso delle cifre significative come un numero intiero; indi trovato sulla tabella il valore che si cerca, se ne trasporterà la virgola:

per $\pi\ n$ di un posto a sinistra
per n^2 e $\frac{\pi n^2}{4}$ di due posti »
per n^3 di tre » »
per $\frac{1}{n}$ di un posto a destra

} per cadaun decimale del numero dato

Per la radice quadrata bisogna inoltre che il numero dei decimali del numero dato sia pari, o sia reso preventivamente tale coll'aggiungervi uno zero. Cercata allora nella tabella la radice del numero intiero rappresentato dalle cifre significative del numero dato, compresovi, se è il caso, anche lo zero aggiunto, si trasporterà a sinistra la virgola della radice trovata di tanti posti, quanto è il numero dei decimali suddetti, diviso per due. — Così per trovare $\sqrt{5,82}$ si cerca $\sqrt{582}$ e se ne trasporta la virgola di un posto a sinistra; per trovare $\sqrt{0,21}$ si cerca $\sqrt{21}$ e si trasporta la virgola di un posto; ma per $\sqrt{0,021}$ bisogna cercare $\sqrt{210}$ e trasportare la virgola di due posti. Le radici cercate saranno dunque ordinatamente: 2,41247; 0,45826; 0,144914.

Per la radice cubica il numero dei decimali deve essere divisibile per 3, o rendersi tale aggiungendovi 1, o 2 zeri. Trovata allora la radice del numero intiero rappresentato dalle cifre significative, compresivi, se è il caso, anche gli zeri aggiunti, se ne trasporti a sinistra la virgola di tanti posti, quanto è il numero dei decimali diviso per 3. — Così per trovare $\sqrt[3]{0,00021}$ si cerca $\sqrt[3]{210}$; ma per $\sqrt[3]{0,000021}$ si cerca $\sqrt[3]{21}$, trasportando in ambo i casi la virgola di due posti a sinistra. Le radici richieste sarebbero adunque 0,059439; 0,027589. — $\sqrt[3]{0,0021}$, invece, non si ha dalla tabella, perchè vi si dovrebbe cercare $\sqrt[3]{2100}$.

Quando la tabella non dà la radice quadrata o cubica richiesta, si troverà la radice approssimata applicando, secondo i casi, o il metodo dell'interpolazione, oppure la ricerca nei quadrati o nei cubi del numero più prossimo a quello formato dalle cifre significative del dato cogli zeri aggiunti come sopra, aumentati, se occorre, con una coppia o terna di zeri. Così, per es., per $\sqrt{2,143}$ converrà procedere per interpolazione come segue:

$$\sqrt{2,143} = 0,1\ \sqrt{214,3} = 0,1\left\{\sqrt{214} + 0,3\ (\sqrt{215} - \sqrt{214})\right\} = 1,463896$$

Per $\sqrt[3]{0,0021}$ (interpolazione non conveniente) si cercherà nei cubi il numero più prossimo a 2100, o meglio 2100000: il quale si trova essere il 2097152, che è il cubo di 128. Si avrà quindi molto approssim.:

$$\sqrt[3]{0,0021} = 0,001\ \sqrt[3]{2100000} = 0,001\ .\ 128 = 0,128$$

Potenze e radici superiori alla terza. — Per la potenza o radice quarta, si fa due volte l'operazione della ricerca della potenza o radice seconda. Così, per esempio, per $\sqrt[4]{26}$, si cerca $\sqrt{26} = 5{,}0990$, ossia con grande approssimazione 5,10; trovandosi quindi $\sqrt{5{,}10} = 22{,}5832$, si ha approssimatamente: $\sqrt[4]{26} = 2{,}2583$.

Per potenze e radici di un altro ordine qualunque, bisogna ricorrere ai logaritmi; però per la potenza e radice quinta può servire la tabella XXVI (pag. 84), la quale dà le 5^e potenze dei numeri da 0,01 a 1, e, levando tutte le virgole, quelle da 1 a 100.

Numeri reciproci. — Servono specialmente per la conversione delle frazioni ordinarie in decimali, ed eventualmente per semplificare le operazioni, sostituendo una moltiplica a una divisione. Così si trova per esempio: $\frac{1}{5{,}19} = 100\,\frac{1}{519} = 100\,.\,0{,}00193 = 0{,}193$.

Logaritmi.

Logaritmi dei numeri maggiori dell'unità. — La tabella I dà il logaritmo dei numeri interi da 1 a 1000, e anche la mantissa (parte decimale) dei logaritmi dei numeri le cui cifre significative formano un numero non > 1000. Pei numeri maggiori si procede per interpolazione. La caratteristica (parte intera) è in ogni caso = al numero delle cifre della parte intera del numero dato, meno uno. Così:

$$\log 365 = 2{,}5623;\ \log 36{,}5 = 1{,}5623;\ \log 3{,}65 = 0{,}5623$$
$$\log 36{,}54 = \log 36{,}5 + 0{,}4\,(\log 36{,}6 - \log 36{,}5) = 1{,}56278.$$

Logaritmi dei numeri decimali.

$$\log 0{,}0365 = \log \frac{3{,}65}{100} = \log 3{,}65 - \log 100 = 0{,}5623 - 2 = -\,1{,}4377.$$

Si può anche scrivere la mantissa del logaritmo di 365 (numero formato dalle cifre significative del numero dato) indicando la caratteristica negativa (eguale al numero degli zeri che precedono le cifre significative) come segue: $\log 0{,}0365 = \overline{2}{,}5623$.

Numero corrispondente a un dato logaritmo. — Se il log. è positivo, si cerca la mantissa più prossima e si procede per interpolazione; così, dato il logaritmo 1,7855, si trovano nella tabella le mantisse 7853 e 7860 corrispondenti ai numeri 610 e 611; quindi la mantissa data corrisponde al numero:

$$610 + \frac{7855 - 7853}{7860 - 7853} = 610 + {}^2/_7 = 610{,}286;$$

e il numero richiesto, dovendo avere 2 cifre intere, sarà 61,0286.

Caso d'un logaritmo negativo: si debba trovare il numero che ha per logaritmo — 1,4377. Si ha:

$$\text{num. log } (-1{,}4377) = \text{num. log } (2 - 1{,}4377 - 2) = \text{num. log } (0{,}5623 - 2)$$
$$= \frac{\text{num. log } 0{,}5623}{\text{num. log } 2} = \frac{3{,}65}{100} = 0{,}0365.$$

Oppure:

$$\text{num. log } (-1{,}4377) = \text{num. log } (0-1{,}4377) = \frac{\text{num. log. } 0}{\text{num. log } 1{,}4377} = \frac{1}{27{,}393}$$

Cercando nella tabella I il numero reciproco di 274 (che nella tabella è il più prossimo, quanto a cifre significative, a 27393) si trova ancora:

$$\text{num. log } (-1{,}4377) = \frac{1}{27{,}393} = 0{,}0365.$$

Si debba, invece, trovare il numero il cui log. è $\overline{2}{,}5623$. In tal caso, alla mantissa 5623 corrisponde il num. 365; quindi il num. richiesto, dovendo avere due zeri prima delle cifre significative, sarà 0,0365.

Operazioni coi logaritmi.

$$\log a \times b = \log a + \log b\,; \quad \log \frac{a}{b} = \log a - \log b$$

$$\log a^m = m \log a\,; \quad \log \sqrt[m]{a} = \frac{\log a}{m}$$

Logaritmi iperbolici. — Vedi tabella III. Per i logaritmi dei numeri non compresi nella tabella, si ricorre ai log. ordinari. Così, per es.:

$$\text{log. ip. } 28{,}6 = 2{,}302585 \text{ log. } 28{,}6 = 2{,}302585 \,.\, 1{,}4564 = 3{,}3535.$$

Progressioni.

Progressioni aritmetiche. — Data la progressione:

$$a,\ a+d,\ a+2d,\ a+3d,\ \ldots..\ a+(n-1)d$$

si ha l'n^{mo} termine: $u = a + (n-1)d$; e la somma dei primi n termini:

$$s = \frac{a+u}{2}\, n = \left(a + \frac{(n-1)\,d}{2}\right) n$$

$$\text{Somma dei primi } n \text{ numeri naturali} = \frac{n\,(n+1)}{2}$$

$$\text{Somma dei primi } n \text{ numeri pari..... } = n\,(n+1)$$

$$\text{Somma dei primi } n \text{ numeri dispari.. } = n^2$$

$$\text{Somma dei quadrati dei primi } n \text{ numeri naturali} = \frac{n\,(n+1)\,(2\,n+1)}{6}$$

$$\text{Somma dei cubi dei primi } n \text{ numeri naturali} = \left(\frac{n\,(n+1)}{2}\right)^2$$

Progressioni geometriche. — Data la progressione:

$$a,\ ar,\ ar^2,\ ar^3,\ \ldots..\ ar^{n-1}$$

si ha l'n^{mo} termine: $u = ar^{n-1}$; e la somma dei primi n termini:

$$s = \frac{ur - a}{r-1} = \frac{a\,(r^n - 1)}{r-1}.$$

Permutazioni e combinazioni.

Numero di permutazioni di m cose fra loro $= 1.\,2.\,3.....m$

Num. permutaz. di m cose ad n ad $n = m\,(m-1)\,(m-2)...(m-n+1)$

Numero dei prodotti di m cose ad n ad n:

$$\frac{m\,(m-1)\,(m-2)....(m-n+1)}{1.\,2.\,3.....m}$$

II Tabella

Radice quadrata e cubica di alcune frazioni

n	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	n	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	n	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	n	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$
1/2	0,707	0,794	1/7	0,378	0,523	3/8	0,612	0,721	7/9	0,882	0,920
1/3	0,577	0,693	2/7	0,535	0,659	5/8	0,791	0,855	8/9	0,943	0,961
2/3	0,816	0,874	3/7	0,655	0,754	7/8	0,935	0,956	1/12	0,289	0,437
1/4	0,500	0,630	4/7	0,756	0,830	1/9	0,333	0,481	5/12	0,645	0,747
3/4	0,866	0,909	5/7	0,845	0,894	2/9	0,471	0,606	7/12	0,764	0,836
1/6	0,408	0,550	6/7	0,926	0,950	4/9	0,667	0,763	11/12	0,957	0,971
5/6	0,913	0,941	1/8	0,354	0,500	5/9	0,745	0,822	1/15	0,258	0,405

III Tabella

Logaritmi iperbolici

Num.	Log. ip.	Num.	Log. ip.	Num.	Log. ip.	Num.	Log. ip.
1,0	0,0000	3,4	1,2238	5,8	1,7579	8,2	2,1041
1,1	0,0953	3,5	1,2528	5,9	1,7750	8,3	2,1163
1,2	0,1823	3,6	1,2809	6,0	1,7918	8,4	2,1282
1,3	0,2624	3,7	1,3083	6,1	1,8083	8,5	2,1401
1,4	0,3365	3,8	1,3350	6,2	1,8245	8,6	2,1518
1,5	0,4055	3,9	1,3610	6,3	1,8405	8,7	2,1633
1,6	0,4700	4,0	1,3863	6,4	1,8563	8,8	2,1748
1,7	0,5306	4,1	1,4110	6,5	1,8718	8,9	2,1861
1,8	0,5878	4,2	1,4351	6,6	1,8871	9,0	2,1972
1,9	0,6419	4,3	1,4586	6,7	1,9021	9,1	2,2083
2,0	0,6931	4,4	1,4816	6,8	1,9169	9,2	2,2192
2,1	0,7419	4,5	1,5041	6,9	1,9315	9,3	2,2300
2,2	0,7885	4,6	1,5261	7,0	1,9459	9,4	2,2407
2,3	0,8329	4,7	1,5476	7,1	1,9600	9,5	2,2513
2,4	0,8755	4,8	1,5686	7,2	1,9741	9,6	2,2618
2,5	0,9163	4,9	1,5892	7,3	1,9879	9,7	2,2721
2,6	0,9555	5,0	1,6094	7,4	2,0015	9,8	2,2824
2,7	0,9933	5,1	1,6292	7,5	2,0149	9,9	2,2925
2,8	1,0296	5,2	1,6487	7,6	2,0281	10	2,3026
2,9	1,0647	5,3	1,6677	7,7	2,0412	11	2,3979
3,0	1,0986	5,4	1,6864	7,8	2,0541	12	2,4849
3,1	1,1314	5,5	1,7047	7,9	2,0669	13	2,5649
3,2	1,1632	5,6	1,7228	8,0	2,0794	14	2,6391
3,3	1,1939	5,7	1,7405	8,1	2,0919	15	2,7081

e = base dei logaritmi iperbolici = 2,71828; log. e = 0,4343;
log. ip. n = 2,302585 log. n

Trigonometria

Principali relazioni fra le linee trigonometriche.

$$\text{sen}\ \alpha = \sqrt{1-\cos^2\alpha} = \frac{\text{tang}\ \alpha}{\sqrt{1+\text{tang}^2\alpha}} = \frac{1}{\sqrt{1+\text{cotg}^2\alpha}}$$

$$\cos\ \alpha = \sqrt{1-\text{sen}^2\alpha} = \frac{1}{\sqrt{1+\text{tang}^2\alpha}} = \frac{\text{cotg}\ \alpha}{\sqrt{1+\text{cotg}^2\alpha}}$$

$$\text{tang}\,\alpha = \frac{\text{sen}\,\alpha}{\cos\alpha} = \frac{1}{\text{cotg}\,\alpha}; \qquad \text{cotg}\,\alpha = \frac{\cos\alpha}{\text{sen}\,\alpha} = \frac{1}{\text{tang}\,\alpha}$$

$$\sec\ \alpha = \frac{1}{\cos\alpha}; \qquad \text{cosec}\,\alpha = \frac{1}{\text{sen}\,\alpha}$$

$$\text{sen}\,(90 \pm \alpha) = \cos\alpha; \quad \cos(90 \pm \alpha) = \mp\,\text{sen}\,\alpha$$

$$\text{tang}\,(90 \pm \alpha) = \mp\,\text{cotg}\,\alpha; \quad \text{cotg}\,(90 \pm \alpha) = \mp\,\text{tang}\,\alpha$$

$$\text{sen}\,(180 \pm \alpha) = \mp\,\text{sen}\,\alpha; \quad \cos(180 \pm \alpha) = -\cos\alpha;$$

$$\text{tang}\,(180 \pm \alpha) = \pm\,\text{tang}\,\alpha; \quad \text{cotg}\,(180 \pm \alpha) = \pm\,\text{cotg}\,\alpha;$$

$$\text{sen}\ (\alpha \pm \beta) = \text{sen}\,\alpha\cos\beta \pm \cos\alpha\,\text{sen}\,\beta$$

$$\cos\ (\alpha \pm \beta) = \cos\alpha\cos\beta \mp \text{sen}\,\alpha\,\text{sen}\,\beta$$

$$\text{tang}\,(\alpha \pm \beta) = \frac{\text{tang}\,\alpha \pm \text{tang}\,\beta}{1 \mp \text{tang}\,\alpha\,\text{tang}\,\beta}$$

$$\text{cotg}\ (\alpha \pm \beta) = \frac{\text{cotg}\,\alpha\,\text{cotg}\,\beta \mp 1}{\text{cotg}\,\beta \pm \text{cotg}\,\alpha}$$

$$\text{sen}\,2\alpha = 2\,\text{sen}\,\alpha\cos\alpha; \quad \cos 2\alpha = \cos^2\alpha - \text{sen}^2\,\alpha;$$

$$\text{tang}\,2\alpha = \frac{2\,\text{tang}\,\alpha}{1-\text{tang}^2\alpha}; \qquad \text{cotg}\,2\alpha = \frac{\text{cotg}^2\alpha - 1}{2\,\text{cotg}\,\alpha}$$

$$\text{sen}\ \frac{\alpha}{2} = \sqrt{\frac{1-\cos\alpha}{2}}; \qquad \cos\ \frac{\alpha}{2} = \sqrt{\frac{1+\cos\alpha}{2}}$$

$$\text{tang}\ \frac{\alpha}{2} = \frac{\text{sen}\,\alpha}{1+\cos\alpha}; \qquad \text{cotg}\ \frac{\alpha}{2} = \frac{\text{sen}\,\alpha}{1-\cos\alpha}.$$

Risoluzione dei triangoli.

Triangoli rettangoli (a ipotenusa; b, c cateti; β, γ angoli opposti):

$$a = \sqrt{b^2+c^2}; \quad b = c\,\text{tang}\,\beta = c\,\text{cotg}\,\gamma; \quad b = a\,\text{sen}\,\beta = a\cos\gamma.$$

Triangoli obliquangoli (a, b, c, lati; α, β, γ angoli opposti).
Dati un lato (a) e due angoli (α, β):

$$\gamma = 180 - (\alpha+\beta); \quad b = a\,\frac{\text{sen}\,\beta}{\text{sen}\,\alpha}; \quad c = a\,\frac{\text{sen}\,\gamma}{\text{sen}\,\alpha}; \quad \text{area}\ A = \frac{1}{2}\,bc\,\text{sen}\,\alpha.$$

Dati due lati (a, b; e sia $b > a$) e l'angolo compreso (γ):

$$c = \sqrt{a^2+b^2-2\,a\,b\cos\gamma}; \quad \text{tang}\,\alpha = \frac{a\,\text{sen}\,\gamma}{b - a\cos\gamma}; \quad \beta = 180 - (\alpha+\gamma).$$

Dati due lati (a, b) e un angolo adiacente (α):

$$\text{sen}\,\beta = \frac{b}{a}\,\text{sen}\,\alpha; \quad \gamma = 180 - (\alpha+\beta); \quad c = a\,\frac{\text{sen}\,\gamma}{\text{sen}\,\alpha}$$

Dati i tre lati: posto $a + b + c = 2s$ si ha

$$\cos\frac{\alpha}{2} = \sqrt{\frac{s\,(s-a)}{bc}}; \quad \text{sen}\,\beta = \frac{b}{a}\,\text{sen}\,\alpha; \quad \gamma = 180 - (\alpha+\beta);$$

$$\text{area} = \sqrt{s\,(s-a)\;(s-b)\;(s-c)}$$

Valori relativi a π.

$$\pi = 3{,}141593; \quad \frac{\pi}{4} = 0{,}7854; \quad \sqrt{\pi} = 1{,}772454;$$

$$\frac{1}{\pi} = 0{,}31831; \quad \pi^2 = 9{,}8696; \quad \log.\,\pi = 0{,}49715.$$

Tabella delle linee trigonometriche.

La tabella delle linee trigonometriche, che segue a pag. 28-31, dà immediatamente il sen., cos., tang. e cotg. degli angoli acuti di 10′ in 10′. Da 0° a 45° il sen. e il cos. si trovano scendendo, e da 45° a 90° ascendendo, lungo le colonne delle pag. 28, 29. Così pure la tang. e la cotg. si trovano, da 0° a 45° scendendo, e da 45° a 90° ascendendo, lungo le colonne delle pag. 30, 31.

Se l'angolo dato α è ottuso, si rammenti che in tal caso:

$$\text{sen}\;\alpha = \cos\,(\alpha - 90); \quad \cos\,\alpha = -\,\text{sen}\;\;(\alpha - 90);$$
$$\text{tang}\,\alpha = -\,\text{cotg}\,(\alpha - 90); \quad \text{cotg}\,\alpha = -\,\text{tang}\;(\alpha - 90).$$

Per gli angoli i cui valori non sono compresi nella tabella, si procederà per interpolazione, avuto riguardo che sen. e tang. crescono, mentre cos. e cotg. diminuiscono, al crescere dell'angolo.

Esempi. — Trovare sen. 54° 13′. La tabella dà: sen. 54° 10′ = 0,81072; sen. 54° 20′ = 0,81242; differenza 0,00170. Si avrà quindi:

$$\text{sen}\;54^\circ\;13' = 0{,}81072 + \frac{3'}{10'}\,0{,}00170 = 0{,}81123.$$

Trovare cos. 10° 28′. La tabella dà: cos. 10° 20′ = 0,98378; cos. 10° 30′ = 0,98325; differenza 0,00053. Si avrà:

$$\cos\;10^\circ\;28' = 0{,}98378 - \frac{8'}{10'}\,0{,}00053 = 0{,}983356.$$

Dato tang. $\alpha = 0{,}37853$, trovare α. La tab. dà: 0,37720 = tang. 20° 40′; 0,38053 = tang. 20° 50′; differenza 0,00333. Si avrà:

$$\alpha = 20^\circ\,40' + 10'\,\frac{0{,}37853 - 0{,}37720}{0{,}00333} = 20^\circ\,44'.$$

Dato cos. $\alpha = 0{,}51279$, trovare α. La tab. dà: 0,51254 = cos. 59° 10′; 0,51504 = cos. 58° 60′ = cos. 59°; differenza 0,00250; quindi:

$$\alpha = 59^\circ\,10' - 10'\,\frac{0{,}51279 - 0{,}51254}{0{,}00250} = 59^\circ\,9'$$

IV Tabella. — Linee trigonometriche

Gradi	Seno 0′	10′	20′	30′	40′	50′	
0	0,00000	0,00291	0,00582	0,00873	0,01164	0,01454	89
1	0,01745	0,02036	0,02327	0,02618	0,02908	0,03199	88
2	0,03490	0,03781	0,04071	0,04362	0,04653	0,04943	87
3	0,05234	0,05524	0,05814	0,06105	0,06395	0,06685	86
4	0,06976	0,07266	0,07556	0,07846	0,08136	0,08426	85
5	0,08716	0,09005	0,09295	0,09585	0,09874	0,10164	84
6	0,10453	0,10742	0,11031	0,11320	0,11609	0,11898	83
7	0,12187	0,12476	0,12764	0,13053	0,13341	0,13629	82
8	0,13917	0,14205	0,14493	0,14781	0,15069	0,15356	81
9	0,15643	0,15931	0,16218	0,16505	0,16792	0,17078	80
10	0,17365	0,17651	0,17937	0,18224	0,18509	0,18795	79
11	0,19081	0,19366	0,19652	0,19937	0,20222	0,20507	78
12	0,20791	0,21076	0,21360	0,21644	0,21928	0,22212	77
13	0,22495	0,22778	0,23062	0,23345	0,23627	0,23910	76
14	0,24192	0,24474	0,24756	0,25038	0,25320	0,25601	75
15	0,25882	0,26163	0,26443	0,26724	0,27004	0,27284	74
16	0,27564	0,27843	0,28123	0,28402	0,28680	0,28959	73
17	0,29237	0,29515	0,29793	0,30071	0,30348	0,30625	72
18	0,30902	0,31178	0,31454	0,31730	0,32006	0,32282	71
19	0,32557	0,32832	0,33106	0,33381	0,33655	0,33929	70
20	0,34202	0,34475	0,34748	0,35021	0,35293	0,35565	69
21	0,35837	0,36108	0,36379	0,36650	0,36921	0,37191	68
22	0,37461	0,37730	0,37999	0,38268	0,38537	0,38805	67
23	0,39073	0,39341	0,39608	0,39875	0,40141	0,40408	66
24	0,40674	0,40939	0,41204	0,41469	0,41734	0,41998	65
25	0,42262	0,42525	0,42788	0,43051	0,43313	0,43575	64
26	0,43837	0,44098	0,44359	0,44620	0,44880	0,45140	63
27	0,45399	0,45658	0,45917	0,46175	0,46433	0,46690	62
28	0,46947	0,47204	0,47460	0,47716	0,47971	0,48226	61
29	0,48481	0,48735	0,48989	0,49242	0,49495	0,49748	60
30	0,50000	0,50252	0,50503	0,50754	0,51004	0,51254	59
31	0,51504	0,51753	0,52002	0,52250	0,52498	0,52745	58
32	0,52992	0,53238	0,53484	0,53730	0,53975	0,54220	57
33	0,54464	0,54708	0,54951	0,55194	0,55436	0,55678	56
34	0,55919	0,56160	0,56401	0,56641	0,56880	0,57119	55
35	0,57358	0,57596	0,57833	0,58070	0,58307	0,58543	54
36	0,58779	0,59014	0,59248	0,59482	0,59716	0,59949	53
37	0,60182	0,60414	0,60645	0,60876	0,61107	0,61337	52
38	0,61566	0,61795	0,62024	0,62251	0,62479	0,62706	51
39	0,62932	0,63158	0,63383	0,63608	0,63832	0,64056	50
40	0,64279	0,64501	0,64723	0,64945	0,65166	0,65386	49
41	0,65606	0,65825	0,66044	0,66262	0,66480	0,66697	48
42	0,66913	0,67129	0,67344	0,67559	0,67773	0,67987	47
43	0,68200	0,68412	0,68624	0,68835	0,69046	0,69256	46
44	0,69466	0,69675	0,69883	0,70091	0,70298	0,70505	45
45	0,70711						44
	60′	50′	40′	30′	20′	10′	Gradi
	Coseno						

Segue IV TABELLA. — **Linee trigonometriche**

Gradi	Coseno 0′	10′	20′	30′	40′	50′	
0	1,00000	1,00000	0,99998	0,99996	0,99993	0,99989	**89**
1	0,99985	0,99979	0,99973	0,99966	0,99958	0,99949	**88**
2	0,99939	0,99929	0,99917	0,99905	0,99892	0,99878	**87**
3	0,99863	0,99847	0,99831	0,99813	0,99795	0,99776	**86**
4	0,99756	0,99736	0,99714	0,99692	0,99668	0,99644	**85**
5	0,99619	0,99594	0,99567	0,99540	0,99511	0,99482	**84**
6	0,99452	0,99421	0,99390	0,99357	0,99324	0,99290	**83**
7	0,99255	0,99219	0,99182	0,99144	0,99106	0,99067	**82**
8	0,99027	0,98986	0,98944	0,98902	0,98858	0,98814	**81**
9	0,98769	0,98723	0,98676	0,98629	0,98580	0,98531	**80**
10	0,98481	0,98430	0,98378	0,98325	0,98272	0,98218	**79**
11	0,98163	0,98107	0,98050	0,97992	0,97934	0,97875	**78**
12	0,97815	0,97754	0,97692	0,97630	0,97566	0,97502	**77**
13	0,97437	0,97371	0,97304	0,97237	0,97169	0,97100	**76**
14	0,97030	0,96959	0,96887	0,96815	0,96742	0,96667	**75**
15	0,96593	0,96517	0,96440	0,96363	0,96285	0,96206	**74**
16	0,96126	0,96046	0,95964	0,95882	0,95799	0,95715	**73**
17	0,95630	0,95545	0,95459	0,95372	0,95284	0,95195	**72**
18	0,95106	0,95015	0,94924	0,94832	0,94740	0,94646	**71**
19	0,94552	0,94457	0,94361	0,94264	0,94167	0,94068	**70**
20	0,93969	0,93869	0,93769	0,93667	0,93565	0,93462	**69**
21	0,93358	0,93253	0,93148	0,93042	0,92935	0,92827	**68**
22	0,92718	0,92609	0,92499	0,92388	0,92276	0,92164	**67**
23	0,92050	0,91936	0,91822	0,91703	0,91590	0,91472	**66**
24	0,91355	0,91236	0,91116	0,90996	0,90875	0,90753	**65**
25	0,90631	0,90507	0,90383	0,90259	0,90133	0,90007	**64**
26	0,89879	0,89752	0,89623	0,89493	0,89363	0,89232	**63**
27	0,89101	0,88968	0,88835	0,88701	0,88566	0,88431	**62**
28	0,88295	0,88158	0,88020	0,87882	0,87743	0,87603	**61**
29	0,87462	0,87321	0,87178	0,87036	0,86892	0,86748	**60**
30	0,86603	0,86457	0,86310	0,86163	0,86015	0,85866	**59**
31	0,85717	0,85567	0,85416	0,85264	0,85112	0,84959	**58**
32	0,84805	0,84650	0,84495	0,84339	0,84182	0,84025	**57**
33	0,83867	0,83708	0,83549	0,83389	0,83228	0,83066	**56**
34	0,82904	0,82741	0,82577	0,82413	0,82248	0,82082	**55**
35	0,81915	0,81748	0,81580	0,81412	0,81242	0,81072	**54**
36	0,80902	0,80730	0,80558	0,80386	0,80212	0,80038	**53**
37	0,79864	0,79688	0,79512	0,79335	0,79158	0,78980	**52**
38	0,78801	0,78622	0,78442	0,78261	0,78079	0,77897	**51**
39	0,77715	0,77531	0,77347	0,77162	0,76977	0,76791	**50**
40	0,76604	0,76417	0,76229	0,76041	0,75851	0,75661	**49**
41	0,75471	0,75280	0,75088	0,74896	0,74703	0,74509	**48**
42	0,74314	0,74120	0,73924	0,73728	0,73531	0,73333	**47**
43	0,73135	0,72937	0,72737	0,72537	0,72337	0,72136	**46**
44	0,71934	0,71732	0,71529	0,71325	0,71121	0,70916	**45**
45	0,70711						**44**
	60′	50′	40′	30′	20′	10′	Gradi
			Seno				

Segue IV TABELLA. — Linee trigonometriche

Gradi	Tangente						
	0′	10′	20′	30′	40′	50′	
0	0,00000	0,00291	0,00582	0,00873	0,01164	0,01455	**89**
1	0,01746	0,02036	0,02328	0,02619	0,02910	0,03201	**88**
2	0,03492	0,03783	0,04075	0,04366	0,04658	0,04949	**87**
3	0,05241	0,05533	0,05824	0,06116	0,06408	0,06700	**86**
4	0,06993	0,07285	0,07578	0,07870	0,08163	0,08456	**85**
5	0,08749	0,09042	0,09335	0,09629	0,09923	0,10216	**84**
6	0,10510	0,10805	0,11099	0,11394	0,11688	0,11983	**83**
7	0,12278	0,12574	0,12869	0,13165	0,13461	0,13758	**82**
8	0,14054	0,14351	0,14648	0,14945	0,15243	0,15540	**81**
9	0,15838	0,16137	0,16435	0,16734	0,17033	0,17333	**80**
10	0,17633	0,17933	0,18233	0,18534	0,18835	0,19136	**79**
11	0,19438	0,19740	0,20042	0,20345	0,20648	0,20952	**78**
12	0,21256	0,21560	0,21864	0,22169	0,22475	0,22781	**77**
13	0,23087	0,23393	0,23700	0,24008	0,24316	0,24624	**76**
14	0,24933	0,25242	0,25552	0,25862	0,26172	0,26483	**75**
15	0,26795	0,27107	0,27419	0,27732	0,28046	0,28360	**74**
16	0,28675	0,28990	0,29305	0,29621	0,29938	0,30255	**73**
17	0,30573	0,30891	0,31210	0,31530	0,31850	0,32171	**72**
18	0,32492	0,32814	0,33136	0,33460	0,33783	0,34108	**71**
19	0,34433	0,34758	0,35085	0,35412	0,35740	0,36068	**70**
20	0,36397	0,36727	0,37057	0,37388	0,37720	0,38053	**69**
21	0,38386	0,38721	0,39055	0,39391	0,39727	0,40065	**68**
22	0,40403	0,40741	0,41081	0,41421	0,41763	0,42105	**67**
23	0,42447	0,42791	0,43136	0,43481	0,43828	0,44175	**66**
24	0,44523	0,44872	0,45222	0,45573	0,45924	0,46277	**65**
25	0,46631	0,46985	0,47341	0,47698	0,48055	0,48414	**64**
26	0,48773	0,49134	0,49495	0,49858	0,50222	0,50587	**63**
27	0,50953	0,51319	0,51688	0,52057	0,52427	0,52798	**62**
28	0,53171	0,53545	0,53920	0,54296	0,54673	0,55051	**61**
29	0,55431	0,55812	0,56194	0,56577	0,56962	0,57348	**60**
30	0,57735	0,58124	0,58513	0,58905	0,59297	0,59691	**59**
31	0,60086	0,60483	0,60881	0,61280	0,61681	0,62083	**58**
32	0,62487	0,62892	0,63299	0,63707	0,64117	0,64528	**57**
33	0,64941	0,65355	0,65771	0,66189	0,66608	0,67028	**56**
34	0,67451	0,67875	0,68301	0,68728	0,69157	0,69588	**55**
35	0,70021	0,70455	0,70891	0,71329	0,71769	0,72211	**54**
36	0,72654	0,73100	0,73547	0,73996	0,74447	0,74900	**53**
37	0,75355	0,75812	0,76272	0,76733	0,77196	0,77661	**52**
38	0,78129	0,78598	0,79070	0,79544	0,80020	0,80498	**51**
39	0,80978	0,81461	0,81946	0,82434	0,82923	0,83415	**50**
40	0,83910	0,84407	0,84906	0,85408	0,85912	0,86419	**49**
41	0,86929	0,87441	0,87955	0,88473	0,88992	0,89515	**48**
42	0,90040	0,90569	0,91099	0,91633	0,92170	0,92709	**47**
43	0,93252	0,93797	0,94345	0,94896	0,95451	0,96008	**46**
44	0,96569	0,97133	0,97700	0,98270	0,98843	0,99420	**45**
45	1,00000						**44**
	60′	50′	40′	30′	20′	10′	Gradi
	Cotangente						

Segue IV TABELLA. — **Linee trigonometriche**

Gradi	Cotangente 0′	10′	20′	30′	40′	50′	Gradi
0	∞	343,77371	171,88540	114,58865	85,93979	68,75009	89
1	57,28996	49,10388	42,96408	38,18846	34,36777	31,24158	88
2	28,63625	26,43160	24,54176	22,90377	21,47040	20,20555	87
3	19,08114	18,07498	17,16934	16,34986	15,60478	14,92442	86
4	14,30067	13,72674	13,19688	12,70621	12,25051	11,82617	85
5	11,43005	11,05943	10,71191	10,38540	10,07803	9,78817	84
6	9,51436	9,25530	9,00983	8,77689	8,55555	8,34496	83
7	8,14435	7,95302	7,77035	7,59575	7,42871	7,26873	82
8	7,11537	6,96823	6,82694	6,69116	6,56055	6,43484	81
9	6,31375	6,19703	6,08444	5,97576	5,87080	5,76937	80
10	5,67128	5,57638	5,48451	5,39552	5,30928	5,22566	79
11	5,14455	5,06584	4,98940	4,91516	4,84300	4,77286	78
12	4,70463	4,63825	4,57363	4,51071	4,44942	4,38969	77
13	4,33148	4,27471	4,21933	4,16530	4,11256	4,06107	76
14	4,01078	3,96165	3,91364	3,86671	3,82083	3,77595	75
15	3,73205	3,68909	3,64705	3,60588	3,56557	3,52609	74
16	3,48741	3,44951	3,41236	3,37594	3,34023	3,30521	73
17	3,27085	3,23714	3,20406	3,17159	3,13972	3,10842	72
18	3,07768	3,04749	3,01783	2,98868	2,96004	2,93189	71
19	2,90421	2,87700	2,85023	2,82391	2,79802	2,77254	70
20	2,74748	2,72281	2,69853	2,67462	2,65109	2,62791	69
21	2,60509	2,58261	2,56046	2,53865	2,51715	2,49597	68
22	2,47509	2,45451	2,43422	2,41421	2,39449	2,37504	67
23	2,35585	2,33693	2,31826	2,29984	2,28167	2,26374	66
24	2,24604	2,22857	2,21132	2,19430	2,17749	2,16090	65
25	2,14451	2,12832	2,11233	2,09654	2,08094	2,06553	64
26	2,05030	2,03526	2,02039	2,00569	1,99116	1,97680	63
27	1,96261	1,94858	1,93470	1,92098	1,90741	1,89400	62
28	1,88073	1,86760	1,85462	1,84177	1,82906	1,81649	61
29	1,80405	1,79174	1,77955	1,76749	1,75556	1,74375	60
30	1,73205	1,72047	1,70901	1,69766	1,68643	1,67530	59
31	1,66428	1,65337	1,64256	1,63185	1,62125	1,61074	58
32	1,60033	1,59002	1,57981	1,56969	1,55966	1,54972	57
33	1,53987	1,53010	1,52043	1,51084	1,50133	1,49190	56
34	1,48256	1,47330	1,46411	1,45501	1,44598	1,43703	55
35	1,42815	1,41934	1,41061	1,40195	1,39336	1,38484	54
36	1,37638	1,36800	1,35968	1,35142	1,34323	1,33511	53
37	1,32704	1,31904	1,31110	1,30323	1,29541	1,28764	52
38	1,27994	1,27230	1,26471	1,25717	1,24969	1,24227	51
39	1,23490	1,22758	1,22031	1,21310	1,20593	1,19882	50
40	1,19175	1,18474	1,17777	1,17085	1,16398	1,15715	49
41	1,15037	1,14363	1,13694	1,13029	1,12369	1,11713	48
42	1,11061	1,10414	1,09770	1,09131	1,08496	1,07864	47
43	1,07237	1,06613	1,05994	1,05378	1,04766	1,04158	46
44	1,03553	1,02952	1,02355	1,01761	1,01170	1,00583	45
45	1,00000						44
	60′	50′	40′	30′	20′	10′	Gradi
	Tangente						

V Tabella

per la riduzione degli angoli sessagesimali in centesimali e viceversa

(1″ sessagesim. = 0,000308642 gr. centesim.; 0,01 gr. centesim. = 0°.00′.32″.24‴)

Secondi	Gradi centesimali	Secondi	Gradi centesimali	Primi	Gradi centesimali	Primi	Gradi centesimali	Gradi	Gradi centesimali	Gradi	Gradi centesimali
1″	0,00031	31″	0,00957	1′	0,01852	31′	0,57407	1°	1,11111	31°	34,44445
2″	0,00062	32″	0,00988	2′	0,03704	32′	0,59259	2°	2,22222	32°	35,55556
3″	0,00093	33″	0,01018	3′	0,05555	33′	0,61111	3°	3,33333	33°	36,66667
4″	0,00123	34″	0,01049	4′	0,07407	34′	0,62963	4°	4,44445	34°	37,77778
5″	0,00154	35″	0,01080	5′	0,09259	35′	0,64815	5°	5,55556	35°	38,88889
6″	0,00185	36″	0,01111	6′	0,11111	36′	0,66667	6°	6,66667	36°	40,00000
7″	0,00216	37″	0,01142	7′	0,12963	37′	0,68518	7°	7,77778	37°	41,11111
8″	0,00247	38″	0,01173	8′	0,14815	38′	0,70370	8°	8,88889	38°	42,22222
9″	0,00278	39″	0,01204	9′	0,16667	39′	0,72222	9°	10,00000	39°	43,33334
10″	0,00309	40″	0,01234	10′	0,18518	40′	0,74074	10°	11,11111	40°	44,44445
11″	0,00339	41″	0,01265	11′	0,20370	41′	0,75926	11°	12,22222	41°	45,55556
12″	0,00370	42″	0,01296	12′	0,22222	42′	0,77778	12°	13,33333	42°	46,66667
13″	0,00401	43″	0,01327	13′	0,24074	43′	0,79630	13°	14,44444	43°	47,77778
14″	0,00432	44″	0,01358	14′	0,25926	44′	0,81481	14°	15,55556	44°	48,88889
15″	0,00463	45″	0,01389	15′	0,27778	45′	0,83333	15°	16,66667	45°	50,00000
16″	0,00494	46″	0,01420	16′	0,29630	46′	0,85185	16°	17,77778	50°	55,55556
17″	0,00525	47″	0,01451	17′	0,31481	47′	0,87037	17°	18,88889	60°	66,66667
18″	0,00555	48″	0,01481	18′	0,33333	48′	0,88889	18°	20,00000	70°	77,77778
19″	0,00586	49″	0,01512	19′	0,35185	49′	0,90741	19°	21,11111	80°	88,88889
20″	0,00617	50″	0,01543	20′	0,37037	50′	0,92593	20°	22,22222	90°	100,0000
21″	0,00648	51″	0,01574	21′	0,38889	51′	0,94444	21°	23,33333	100°	111,1111
22″	0,00679	52″	0,01605	22′	0,40741	52′	0,96296	22°	24,44444	120°	133,3333
23″	0,00710	53″	0,01636	23′	0,42592	53′	0,98148	23°	25,55555	135°	150,0000
24″	0,00741	54″	0,01667	24′	0,44444	54′	1,00000	24°	26,66667	180°	200,0000
25″	0,00772	55″	0,01697	25′	0,46296	55′	1,01852	25°	27,77778	200°	222,2222
26″	0,00802	56″	0,01728	26′	0,48148	56′	1,03704	26°	28,88889	225°	250,0000
27″	0,00833	57″	0,01759	27′	0,50000	57′	1,05555	27°	30,00000	270°	300,0000
28″	0,00864	58″	0,01790	28′	0,51852	58′	1,07407	28°	31,11111	300°	333,3333
29″	0,00895	59″	0,01821	29′	0,53704	59′	1,09259	29°	32,22222	315°	350,0000
30″	0,00926	60″	0,01852	30′	0,55555	60′	1,11111	30°	33,33333	360°	400,0000

Esempi.

Si debba convertire in gradi centesimali un ang. di 117° 48′ 17″ 35‴. — Si scomporrà l'angolo così: 90° + 27° + 48′ + 17″ + 35‴, a cui la tabella dà il seguente equivalente:

$$100 + 30 + 0{,}88889 + 0{,}00525 + \frac{35}{60}\,0{,}00031 = 130{,}89432 \text{ gr. centesim.}$$

Per convertire in gr. sessag. un angolo di 387,78690 gr. centesim., si comincierà a levare 350 = 315°; restano 37,78690. La tabella dà 34° come equivalente di 37,77778; rimane 0,00912. La tabella dà 29″ come equivalente di 0,00895; rimane 0,00017. Ma siccome 0,00031 = 1″, così 0,00017 equivale a $\frac{17}{31}$ 1″ = 0″,561 = circa 33‴. Dunque l'angolo dato sarà di:

349° 00′ 29″ 33‴.

Curve, superfici e volumi

Circolo (*d* diametro; *r* raggio):

Periferia $= \pi d = 2\pi r$; area $= \frac{\pi d^2}{4} = 0{,}7854\, d^2 = \pi r^2$. Vedi tabella I.

Lunghezza dell'arco di $1^0 = 0{,}017453293\, r$; di $1' = 0{,}000290888\, r$; di $1'' = 0{,}000004848\, r$.

Lunghezza dell'arco corrispondente a un angolo al centro α:

$$a = \frac{\pi}{180}\alpha^0 r = \frac{\alpha^0}{57^0\ 17'\ 45''} r = \frac{\alpha''}{206265''} r.$$ Vedi tabella VI.

Lunghezza di un arco di corda c e saetta s, vedi tabella VII; se $\frac{s}{c}$ è piccolo, si ha approssimatamente: $a = c\left\{1 + \frac{8}{3}\left(\frac{s}{c}\right)^2\right\}$.

Relazioni fra a, s, c, α, r:

$$r = \frac{c}{2\,\mathrm{sen}\,\frac{\alpha}{2}};\quad \mathrm{tang}\,\frac{\alpha}{4} = \frac{2s}{c};\quad \alpha^0 = 57{,}326\,\frac{a}{r};\quad c = 2\sqrt{s\,(2r - s)}.$$

Area del settore (α = ang. al centro): $A = \frac{\pi}{180}\alpha^0 \frac{r^2}{2}$.

Area del segmento: $A = \frac{r^2}{2}\left(\frac{\pi}{180}\alpha^0 - \mathrm{sen}\,\alpha\right)$. Vedi tabella VII.

Arco a tre centri (*c* corda, *s* saetta):

Si prenderà, pel tracciamento, il raggio minore $r = 1{,}366\, s - 0{,}183\, c$; il raggio maggiore $R = c - r$. Si ha, per questi valori:

$$\text{lungh. dell'arco} = 0{,}856\, c + 1{,}480\, s$$
$$\text{area del segmento} = 1{,}017\, c\, s - 0{,}04\, c^2 - 0{,}3\, s^2.$$

Elisse (*a* asse maggiore, *b* asse minore):

Periferia $= ak$, in cui k è dato dalla seg. tabella secondo il valore di $\frac{b}{a}$:

$\frac{b}{a}$	k	$\frac{b}{a}$	k	$\frac{b}{a}$	k	$\frac{b}{a}$	k	$\frac{b}{a}$	k	$\frac{b}{a}$	k
0,20	2,102	**0,34**	2,236	**0,46**	2,373	**0,60**	2,553	**0,74**	2,748	**0,86**	2,925
22	2,120	**35**	2,247	**48**	2,398	**62**	2,580	**75**	2,763	**88**	2,956
24	2,138	**36**	2,258	**50**	2,423	**64**	2,607	**76**	2,778	**90**	2,986
25	2,147	**38**	2,280	**52**	2,448	**65**	2,621	**78**	2,807	**92**	3,017
26	2,156	**40**	2,302	**54**	2,474	**66**	2,635	**80**	2,836	**94**	3,048
28	2,175	**42**	2,325	**55**	2,487	**68**	2,663	**82**	2,865	**95**	3,063
30	2,195	**44**	2,349	**56**	2,500	**70**	2,691	**84**	2,895	**96**	3,079
32	2,215	**45**	2,361	**58**	2,527	**72**	2,719	**85**	2,910	**98**	3,110

Area dell'elisse $= \frac{\pi}{4}\, a\, b = 0{,}7854\, a\, b$.

Parabola e curve che le si approssimano (catenarie dei ponti sospesi, delle funi telodinamiche ecc.): c corda, s saetta, A area del segmento, l lunghezza approssimata dell'arco, quando la saetta è piccola rispetto alla corda; si ha:

$$A = \frac{2}{3} c s; \qquad l = c \left\{ 1 + \frac{8}{3} \left(\frac{s}{c} \right)^2 - \frac{32}{5} \left(\frac{s}{c} \right)^4 \right\};$$

Elica (r raggio, p passo, n numero spire):

$$\text{sviluppo} = n \sqrt{39{,}4786\, r^2 + p^2}.$$

Triangolo (B base; H altezza; a, b, c lati; s semisomma dei lati):

$$\text{area } A = \frac{BH}{2} = \sqrt{s\,(s-a)\,(s-b)\,(s-c)}.$$

Trapezio: A = semisomma lati paralleli × loro distanza.

Poligoni regolari (a lato, R raggio del circolo circoscritto):

Triangolo	$A = 0{,}433\, a^2$	$= 1{,}299\, R^2$;	$a = 1{,}732\, R$;	$R = 0{,}577\, a$
Quadrato.....	$1{,}000\, a^2$	$2{,}000\, R^2$	$1{,}414\, R$	$0{,}707\, a$
Pentagono	$1{,}721\, a^2$	$2{,}378\, R^2$	$1{,}172\, R$	$0{,}851\, a$
Esagono	$2{,}598\, a^2$	$2{,}598\, R^2$	$1{,}000\, R$	$1{,}000\, a$
Ettagono.....	$3{,}634\, a^2$	$2{,}736\, R^2$	$0{,}868\, R$	$1{,}152\, a$
Ottagono	$4{,}828\, a^2$	$2{,}828\, R^2$	$0{,}765\, R$	$1{,}307\, a$
Ennagono.....	$6{,}182\, a^2$	$2{,}892\, R^2$	$0{,}684\, R$	$1{,}462\, a$
Decagono.....	$7{,}694\, a^2$	$2{,}939\, R^2$	$0{,}618\, R$	$1{,}618\, a$
Dodecagono.....	$11{,}196\, a^2$	$3{,}000\, R^2$	$0{,}518\, R$	$1{,}932\, a$

Area di una figura piana qualunque.

Fig. 1.

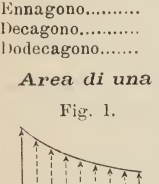
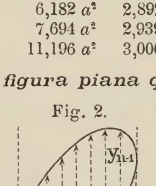


Fig. 2.



Tracciata una fondamentale MN, che si divide in n parti eguali di intervallo a, e condotte, nei limiti della figura, le ordinate $y_0\ y_1\ y_2 \ldots y_n$ perpendicolari a MN, si ha, per la fig. 1, l'area approssimata A, calcolando prima la somma delle aree dei trapezi supposti rettilinei, e poi sottraendo da questa la quantità:

$$\frac{a}{12} (y_0 - y_1 + y_n - y_{n-1}) \quad \text{(metodo dell'ing. Crotti)};$$

o, per maggiore approssimazione, la quantità:

$$\frac{a}{24} (3\, y_0 - 4\, y_1 + y_2 + 3\, y_n - 4\, y_{n-1} + y_{n-2}).$$

Per la fig. 2 (contorno chiuso, cui sono tangenti le ordinate estreme, quindi $y_0 = y_n = 0$) si calcoli come sopra l'area compresa fra le ordinate y_1 e y_{n-1}, e vi si aggiunga, per le lunule estreme:

$$\frac{2}{3}\, a\, (y_1 + y_{n-1}).$$

L'uso della formola precedente è preferibile a quello dell'antica formola Simpson, la quale dà, per n pari, e per la fig. 1:

$$A = \frac{a}{3}\left\{y_0 + y_n + 4(y_1 + y_3 + y_5 + \ldots + y_{n-1}) + 2(y_2 + y_4 + y_6 + \ldots + y_{n-2})\right\}$$

Superfici curve (r = raggio; h = altezza):

Cilindro retto: superficie $S = 2\pi rh$.

Cilindro tronco: $S = 2\pi r \times$ distanza fra i centri delle basi.

Cono retto: $S = \pi r\sqrt{r^2 + h^2} = \pi rs$; ($s$ lungh. della generatrice).

Cono tronco: $S = \pi s(R + r)$; (s generatrice; R, r raggi delle basi).

Sfera: $S = 4\pi r^2$

Calotta e zona sferica (r = raggio della sfera): $S = 2\pi rh$.

Toro (R raggio medio del toro; r raggio della sezione dell'anello):

$$S = 4\pi^2 Rr = 39{,}48\ Rr.$$

Superficie di rotazione qualunque: S = lunghezza della linea generatrice × periferia (o arco) descritta dal suo centro di gravità.

Volumi.

Cilindro e prisma (A area base, h altezza): volume $V = Ah$.

Piramide e cono: $V = \frac{1}{3}\,Ah$.

Cilindro e prisma tronchi: V = area della sezione retta × distanza fra i centri di gravità delle basi. — Se il prisma tronco è triangolare (caso dei mucchi di ghiaia prismatici) si ha: V = sezione retta × media aritmetica dei tre spigoli.

Piramide e cono tronchi a basi parallele (A, A_1 aree delle due basi):

$$V = \frac{h}{3}\,(A + A_1 + \sqrt{AA_1}).$$

Prismoide: due basi parallele, superficie laterale rigata, o di second'ordine (comprende anche i tronchi a basi parallele di piramidi e coni, le zone di sfera e di elissoide, ecc.); A, A_1 aree delle basi; h altezza o distanza fra le basi; A_2 sezione fatta a metà altezza:

$$V = \frac{h}{6}\,(A + A_1 + 4A_2)$$

Sfera (r = raggio): $V = \frac{4}{3}\,\pi r^3 = 4{,}1888\,r^3$.

Segmento sferico (r = raggio della base, h = altezza della calotta):

$$V = \pi\,\frac{h}{6}\,(3r^2 + h^2); \quad \text{per } \frac{h}{r} \text{ piccolo, } V = \frac{\pi r^2 h}{2}.$$

Zona sferica (r_1, r_2 raggi delle basi): $V = \frac{\pi}{6}\,h\,(3r_1^2 + 3r_2^2 + h^2)$.

Elissoide (a, b, c assi): $V = \frac{\pi}{6}\,abc = 0{,}5236\,abc$.

Paraboloide e solidi che gli si approssimano, o gli si possono assimilare: V = area della base × metà dell'altezza.

Tronco di paraboloide a basi parallele, e solidi che gli si approssimano: V = semisomma aree basi × altezza.

Toro (R, r come retro): $V = 2\,\pi^2\,Rr^2$.

Corpo di rotazione qualunque: V = area della superficie generatrice × periferia (o arco) descritta dal suo centro di gravità.

Corpo qualunque: si ottiene V coi metodi esposti a pag. 34 per l'area di una figura qualunque, ponendo per y_0, y_1, y_2 ecc. le aree delle sezioni fatte al corpo con piani perpendicolari a una fondamentale, con intervallo a.

Cubatura delle vôlte (R superficie, V volume):

Vôlta a botte qualunque (per la lungh. degli archi vedi tab. VI e VII):

S = lungh. arco d'intradosso × lungh. vôlta:

V = lunghezza arco medio × lunghezza vôlta × spessore medio.

Vôlta sferica a tutto sesto (R, r raggi estradosso e intradosso):

$$S = 2\,\pi\,r^2 = 6{,}283\,r^2; \quad V = 2{,}094\,(R^3 - r^3).$$

Vôlta sferica ad arco scemo (R, r come sopra, s saetta):

$$S = 2\,\pi\,rs = 6{,}283\,rs; \quad V = 2{,}094\,\frac{s}{r}\,(R^3 - r^3).$$

Vôlta sferica tronca: si dedurrà dalla vôlta, supposta intera, la parte tronca, considerata come una vôlta sferica ad arco scemo.

Vôlta a vela a tutto sesto (R raggio, a lato del poligono di base):

Base quadr. $S = 1{,}30\,a^2$; esagona $S = 3{,}76\,a^2$; ottagona $S = 7{,}46\,a^2$; decagona $S = 12{,}42\,a^2$; rettangola di lati a, b: $S = 3{,}14\,R\,(a + b - 2\,R)$.

In tutti i casi: V approssimat. = S × spessore della vôlta.

Vôlta a vela ad arco scemo (R raggio, s saetta):

base quadr. o rettang. di area A: $S = A\left(1 + 0{,}301\,\dfrac{s}{R}\right)$;

V approssimatamente come sopra.

Vôlta a schifo a tutto sesto: $S = 2 \times$ area della base. Se la vôlta è tronca: $S = nah$ (a lato, n numero dei lati del poligono di base; h altezza). V come sopra.

Vôlta a schifo ad arco scemo (s saetta):

Se la pianta è quadrata di lato a: $S = a^2 + 4\,s^2$; se rettangolare di lati a, b: $S = ab + 2\,s^2\,\dfrac{a^2 + b^2}{ab}$; V come sopra.

Vôlta a crociera a tutto sesto: su pianta quadr. di lato a: $S = 1{,}14\,a^2$; se rialzata di h sopra la chiave degli archi di base:

$$S = 1{,}14\,a\sqrt{\left\{a^2 + 4\,h^2\right\}};\ V \text{ come sopra.}$$

Lunetta a tutto sesto (r raggio; l lungh.): $S = 1{,}14\,rl$.

Lunetta ad arco scemo (c corda, s saetta): $S =$ da $0{,}52\,cl$ a $0{,}56\,cl$ per $s =$ da $^1/_5\,c$ a $^2/_5\,c$.

Cubatura dei mucchi (ghiaia, cereali ecc.): se il mucchio è a prisma triangolare smussato, vedi *Prisma tronco,* pag. 35; se è spianato superiormente, vedi *Piramide tronca,* oppure *Prismoide.*

Capacità delle botti.

Sezione circolare (D, d mass. e min. diam., l lunghezza):

$$V = 0{,}087\ l\ (d + 2\ D)^2.$$

Sezione ellittica (A, B assi della sez. mediana; a. b assi delle basi):

$$V = 0{,}087\ l \left(A + B + \frac{a + b}{2} \right)^2$$

Centri di gravità (baricentri)

Arco di circolo (r raggio, c corda, a lunghezza dell'arco): distanza del baricentro dal centro dell'arco: $z = \frac{rc}{a}$; semicirconf. $z = \frac{2r}{\pi}$.

Settore di circolo: distanza dal centro dell'arco: $z = \frac{2\,rc}{3\,a}$.

Semicircolo: distanza dal centro: $z = 0{,}424\ r$.

Segmento di circolo (S superficie): dist. dal centro: $z = \frac{c^3}{12\,S}$.

Arco di anello circolare (R, r raggi, α semiang. al centro in gradi):

$$z = 38{,}2\,\frac{\operatorname{sen}\alpha}{\alpha}\,\frac{R^3 - r^3}{R^2 - r^2};\quad \text{semianello: } z = \frac{4}{3\,\pi}\,\frac{R^3 - r^3}{R^2 - r^2}.$$

Segmento di parabola (s saetta): dist. del baric. dal vertice $= {}^3/_5\ s$. Vale anche pel segmento intercetto da una corda qualunque, essendo s la saetta sul diametro coniugato alla corda.

Triangolo: il centro di gravità è nel punto d'incontro delle mediane, o a ${}^2/_3$ di una mediana partendo dal vertice.

Trapezio ($a > b$ lati paralleli, h altezza): il baricentro trovasi sulla retta che unisce i punti di mezzo di a, b, a una distanza:

$$z = \frac{a + 2\,b}{a + b}\,\frac{h}{3}\quad \text{dal lato maggiore } a.$$

Figura piana qualunque. Metodo approssimato: divisa la figura in liste mediante un sistema di ordinate parallele, come nelle fig. 1, 2, pag. 34, si sommano i prodotti dell'area di cadauna lista per la distanza della sua mediana dalla prima ordinata (fig. 1) o dalla tangente (fig. 2); dividendo questa somma per l'area totale della figura, si ha la distanza del baricentro da quella ordinata o tangente.

Ripetendo l'operazione con un altro sistema di ordinate, si avrà per intersezione il baricentro.

Superficie della zona, o calotta sferica: baricentro a ${}^1/_2$ dell'altezza.

Superficie della piramide, o cono: baric. sull'asse a ${}^2/_3$ dal vertice.

Superficie del cono tronco (R, r raggi delle basi, h altezza): baricentro sull'asse, a una distanza $z = \frac{h}{3}\,\frac{R + 2\,r}{R + r}$ dalla base maggiore.

Segmento di sfera (r raggio, s saetta): distanza del baric. dal centro della sfera: $z = \frac{3}{4}\frac{(2r-s)^2}{3r-s}$. Per l'emisfero: $z = \frac{3}{8}r$.

Settore sferico (α semiang. al centro): $z = \frac{3}{8}r\,(1+\cos\alpha)$.

Emisfero cavo (R, r raggi): $z = \frac{3}{8}\frac{R^4-r^4}{R^3-r^3}$.

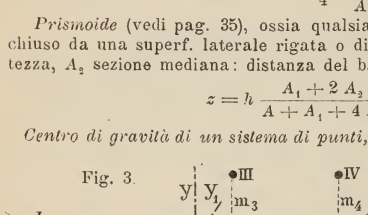
Piramide o cono: baricentro a $^1/_4$ dell'asse partendo dalla base.

Tronco di piramide o cono (A, A_1 basi, h altezza): distanza del baricentro dalla base maggiore A: $z = \frac{h}{4}\frac{A+2\sqrt{AA_1}+3A_1}{A+\sqrt{AA_1}+A_1}$.

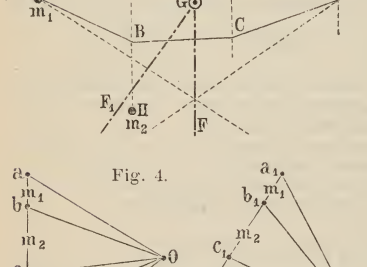
Prismoide (vedi pag. 35), ossia qualsiasi solido a basi parallele, chiuso da una superf. laterale rigata o di 2° ordine; A, A_1 basi, h altezza, A_2 sezione mediana: distanza del baricentro dalla base A:

$$z = h\,\frac{A_1+2A_2}{A+A_1+4A_2}.$$

Centro di gravità di un sistema di punti, nei quali sieno concentrate quantità eguali o diverse di un'unità qualunque (unità di peso o di volume, unità di popolazione, unità di consumo d'acqua, di gas, di luce elettrica, ecc.).



Sieno I, II, III, IV.... (fig. 3) i punti, ed m_1 m_2 m_3 m_4.... le quantità in essi concentrate. Si portino successivamente su una direzione arbitraria ax (fig. 4) delle lunghezze ab, bc, cd, dc.... rappresentanti le quantità m_1 m_2 m_3 m_4....; e si conducano da un punto arbitrario O (polo) i raggi Oa, Ob, Oc, Od, Oe.... Pel punto I (fig. 3) si conduca IB parallela a Ob fino a incontrare la parallela alla ax passante per II; da B si conduca la $BC \parallel Oc$ sino



a incontrare la $\parallel ax$ passante per III; da C la $CD \parallel Od$ fino a incontrare la $\parallel ax$ passante per IV; da D la $EDF \parallel Oe$, e da I la $AIF \parallel Oa$. Pel loro punto d'incontro F si tiri $Fy \parallel ax$.

Si ripeta l'operazione assumendo come base una nuova direzione $a_1\,x_1$ (fig. 4), con che si determinerà la retta $F_1\,y_1$. Il centro richiesto si trova in G, punto d'incontro delle Fy, $F_1\,y_1$.

VI Tabella

Lunghezza a dell'arco, corda c e saetta s corrispondenti a un angolo $\alpha =$ da 0^0 a 180^0 in un circolo di raggio $= 1$

α^0	a	c	s	α^0	a	c	s	α^0	a	c	s
1	0,0175	0,0175	0,0000	46	0,8029	0,7815	0,0795	91	1,5882	1,4265	0,2991
2	0,0349	0,0349	0,0002	47	0,8203	0,7975	0,0829	92	1,6057	1,4387	0,3053
3	0,0524	0,0524	0,0003	48	0,8378	0,8135	0,0865	93	1,6232	1,4507	0,3116
4	0,0698	0,0698	0,0006	49	0,8552	0,8294	0,0900	94	1,6406	1,4627	0,3180
5	0,0873	0,0872	0,0010	50	0,8727	0,8452	0,0937	95	1,6581	1,4746	0,3244
6	0,1047	0,1047	0,0014	51	0,8901	0,8610	0,0974	96	1,6755	1,4863	0,3309
7	0,1222	0,1221	0,0019	52	0,9076	0,8767	0,1012	97	1,6930	1,4979	0,3374
8	0,1396	0,1395	0,0024	53	0,9250	0,8924	0,1051	98	1,7104	1,5094	0,3439
9	0,1571	0,1569	0,0031	54	0,9425	0,9080	0,1090	99	1,7279	1,5208	0,3506
10	0,1745	0,1743	0,0038	55	0,9599	0,9235	0,1130	100	1,7453	1,5321	0,3572
11	0,1920	0,1917	0,0046	56	0,9774	0,9389	0,1171	101	1,7628	1,5432	0,3639
12	0,2094	0,2091	0,0055	57	0,9948	0,9543	0,1212	102	1,7802	1,5543	0,3707
13	0,2269	0,2264	0,0064	58	1,0123	0,9696	0,1254	103	1,7977	1,5652	0,3775
14	0,2443	0,2437	0,0075	59	1,0297	0,9848	0,1296	104	1,8151	1,5760	0,3843
15	0,2618	0,2611	0,0086	60	1,0472	1,0000	0,1340	105	1,8326	1,5867	0,3912
16	0,2793	0,2783	0,0097	61	1,0647	1,0151	0,1384	106	1,8500	1,5973	0,3982
17	0,2967	0,2956	0,0110	62	1,0821	1,0301	0,1428	107	1,8675	1,6077	0,4052
18	0,3142	0,3129	0,0123	63	1,0996	1,0450	0,1474	108	1,8850	1,6180	0,4122
19	0,3316	0,3301	0,0137	64	1,1170	1,0598	0,1520	109	1,9024	1,6282	0,4193
20	0,3491	0,3473	0,0152	65	1,1345	1,0746	0,1566	110	1,9199	1,6383	0,4264
21	0,3665	0,3645	0,0167	66	1,1519	1,0893	0,1613	111	1,9373	1,6483	0,4336
22	0,3840	0,3816	0,0184	67	1,1694	1,1039	0,1661	112	1,9548	1,6581	0,4408
23	0,4014	0,3987	0,0201	68	1,1868	1,1184	0,1710	113	1,9722	1,6678	0,4481
24	0,4189	0,4158	0,0219	69	1,2043	1,1328	0,1759	114	1,9897	1,6773	0,4554
25	0,4363	0,4329	0,0237	70	1,2217	1,1472	0,1808	115	2,0071	1,6868	0,4627
26	0,4538	0,4499	0,0256	71	1,2392	1,1614	0,1859	116	2,0246	1,6961	0,4701
27	0,4712	0,4669	0,0276	72	1,2566	1,1756	0,1910	117	2,0420	1,7053	0,4775
28	0,4887	0,4838	0,0297	73	1,2741	1,1896	0,1961	118	2,0595	1,7143	0,4850
29	0,5061	0,5008	0,0319	74	1,2915	1,2036	0,2014	119	2,0769	1,7233	0,4925
30	0,5236	0,5176	0,0341	75	1,3090	1,2175	0,2066	120	2,0944	1,7321	0,5000
31	0,5411	0,5345	0,0364	76	1,3265	1,2312	0,2120	121	2,1118	1,7407	0,5076
32	0,5585	0,5513	0,0387	77	1,3439	1,2450	0,2174	122	2,1293	1,7492	0,5152
33	0,5760	0,5680	0,0412	78	1,3614	1,2586	0,2229	123	2,1468	1,7576	0,5228
34	0,5934	0,5847	0,0437	79	1,3788	1,2722	0,2284	124	2,1642	1,7659	0,5305
35	0,6109	0,6014	0,0463	80	1,3963	1,2856	0,2340	125	2,1817	1,7740	0,5383
36	0,6283	0,6180	0,0489	81	1,4137	1,2989	0,2396	126	2,1991	1,7820	0,5460
37	0,6458	0,6346	0,0517	82	1,4312	1,3121	0,2453	127	2,2166	1,7899	0,5538
38	0,6632	0,6511	0,0545	83	1,4486	1,3252	0,2510	128	2,2340	1,7976	0,5616
39	0,6807	0,6676	0,0574	84	1,4661	1,3383	0,2569	129	2,2515	1,8052	0,5695
40	0,6981	0,6840	0,0603	85	1,4835	1,3512	0,2627	130	2,2689	1,8126	0,5774
41	0,7156	0,7004	0,0633	86	1,5010	1,3640	0,2686	131	2,2864	1,8199	0,5853
42	0,7330	0,7167	0,0664	87	1,5184	1,3767	0,2746	132	2,3038	1,8271	0,5933
43	0,7505	0,7330	0,0696	88	1,5359	1,3893	0,2807	133	2,3213	1,8341	0,6013
44	0,7679	0,7492	0,0728	89	1,5533	1,4018	0,2867	134	2,3387	1,8410	0,6093
45	0,7854	0,7654	0,0761	90	1,5708	1,4142	0,2929	135	2,3562	1,8478	0,6173

α^0	a	c	s	α^0	a	c	s	α^0	a	c	s
136	2,3736	1,8544	0,6254	151	2,6354	1,9363	0,7496	166	2,8972	1,9851	0,8781
137	2,3911	1,8608	0,6335	152	2,6529	1,9406	0,7581	167	2,9147	1,9871	0,8868
138	2,4086	1,8672	0,6416	153	2,6704	1,9447	0,7666	168	2,9322	1,9890	0,8955
139	2,4260	1,8733	0,6498	154	2,6878	1,9487	0,7750	169	2,9496	1,9908	0,9042
140	2,4435	1,8794	0,6580	155	2,7053	1,9526	0,7836	170	2,9671	1,9924	0,9128
141	2,4609	1,8853	0,6662	156	2,7227	1,9563	0,7921	171	2,9845	1,9938	0,9215
142	2,4784	1,8910	0,6744	157	2,7402	1,9598	0,8006	172	3,0020	1,9951	0,9302
143	2,4958	1,8966	0,6827	158	2,7576	1,9632	0,8092	173	3,0194	1,9963	0,9390
144	2,5133	1,9021	0,6910	159	2,7751	1,9665	0,8178	174	3,0369	1,9973	0,9477
145	2,5307	1,9074	0,6993	160	2,7925	1,9696	0,8264	175	3,0543	1,9981	0,9564
146	2,5482	1,9126	0,7076	161	2,8100	1,9726	0,8350	176	3,0718	1,9988	0,9651
147	2,5656	1,9176	0,7160	162	2,8274	1,9754	0,8436	177	3,0892	1,9993	0,9738
148	2,5831	1,9225	0,7244	163	2,8449	1,9780	0,8522	178	3,1067	1,9997	0,9825
149	2,6005	1,9273	0,7328	164	2,8623	1,9805	0,8608	179	3,1241	1,9999	0,9913
150	2,6180	1,9319	0,7412	165	2,8798	1,9829	0,8695	180	3,1416	2,0000	1,0000

VII TABELLA

Lunghezza a dell'arco e area A del segmento di corda c e saetta s

s/c	a/c	A/c^2	s/c	a/c	A/c^2	s/c	a/c	A/c^2
0,010	1,0003	0,0067	0,112	1,0331	0,0755	0,172	1,0771	0,1173
015	0006	0100	114	0343	0768	174	0789	1188
020	0011	0133	116	0355	0782	176	0807	1202
025	0017	0167	118	0367	0796	178	0825	1216
030	0024	0200	120	0380	0810	180	0843	1231
0,035	1,0033	0,0234	0,122	1,0392	0,0823	0,182	1,0861	0,1245
040	0043	0267	124	0405	0837	184	0880	1259
045	0054	0300	126	0418	0851	186	0898	1274
050	0067	0334	128	0431	0865	188	0917	1288
055	0080	0368	130	0445	0879	190	0936	1302
0,060	1,0096	0,0401	0,132	1,0458	0,0892	0,192	1,0956	0,1317
065	0112	0435	134	0472	0906	194	0975	1332
070	0130	0468	136	0486	0920	196	0995	1346
075	0149	0502	138	0500	0934	198	1015	1361
080	0170	0536	140	0515	0948	200	1035	1375
0,082	1,0179	0,0550	0,142	1,0530	0,0962	0,202	1,1055	0,1390
084	0188	0563	144	0544	0976	204	1075	1404
086	0197	0577	146	0559	0990	206	1096	1419
088	0203	0591	148	0574	1004	208	1116	1434
090	0216	0604	150	0590	1018	210	1137	1448
0,092	1,0226	0,0618	0,152	1,0605	0,1032	0,212	1,1158	0,1463
094	0235	0632	154	0621	1046	214	1180	1478
096	0246	0645	156	0637	1060	216	1201	1492
098	0256	0659	158	0653	1074	218	1222	1507
100	0265	0672	160	0669	1088	220	1244	1522
0,102	1,0275	0,0686	0,162	1,0686	0,1102	0,222	1,1266	0,1537
104	0286	0700	164	0702	1117	224	1288	1552
106	0297	0714	166	0719	1131	226	1311	1567
108	0308	0727	168	0736	1145	228	1333	1582
110	0320	0741	170	0754	1159	230	1356	1596

s/c	a/c	A/c^2	s/c	a/c	A/c^2	s/c	a/c	A/c^2
0,232	1,1379	0,1611	0,322	1,2569	0,2315	0,412	1,4043	0,3090
234	1402	1626	324	2599	2332	414	4079	3108
236	1425	1641	326	2629	2348	416	4114	3126
238	1448	1656	328	2659	2365	418	4150	3144
240	1471	1671	330	2689	2381	420	4186	3162
0,242	1,1495	0,1687	0,332	1,2720	0,2398	0,422	1,4222	0,3181
244	1519	1702	334	2750	2414	424	4258	3199
246	1543	1717	336	2781	2431	426	4294	3218
248	1567	1732	338	2812	2448	428	4331	3236
250	1591	1747	340	2843	2464	430	4367	3254
0,252	1,1616	0,1763	0,342	1,2874	0,2481	0,432	1,4404	0,3273
254	1640	1778	344	2905	2498	434	4440	3291
256	1665	1793	346	2937	2515	436	4477	3310
258	1690	1809	348	2968	2531	438	4514	3329
260	1715	1824	350	3000	2548	440	4551	3347
0,262	1,1740	0,1839	0,352	1,3031	0,2565	0,442	1,4588	0,3366
264	1765	1855	354	3063	2582	444	4625	3385
266	1791	1870	356	3095	2599	446	4663	3403
268	1816	1886	358	3128	2616	448	4700	3422
270	1843	1901	360	3160	2633	450	4738	3441
0,272	1,1869	0,1917	0,362	1,3192	0,2650	0,452	1,4775	0,3460
274	1895	1933	364	3225	2667	454	4813	3479
276	1921	1948	366	3258	2684	456	4851	3498
278	1948	1964	368	3290	2702	458	4889	3517
280	1974	1980	370	3323	2719	460	4927	3536
0,282	1,2001	0,1996	0,372	1,3356	0,2736	0,462	1,4965	0,3555
284	2028	2011	374	3390	2754	464	5003	3574
286	2056	2027	376	3423	2771	466	5042	3594
288	2083	2043	378	3456	2788	468	5080	3613
290	2111	2058	380	3490	2806	470	5118	3632
0,292	1,2138	0,2074	0,382	1,3524	0,2823	0,472	1,5157	0,3652
294	2166	2090	384	3557	2841	474	5196	3671
296	2193	2106	386	3591	2858	476	5235	3690
298	2220	2121	388	3625	2876	478	5274	3710
300	2249	2137	390	3660	2893	480	5313	3729
0,302	1,2278	0,2153	0,392	1,3694	0,2911	0,482	1,5352	0,3749
304	2306	2169	394	3728	2929	484	5391	3769
306	2335	2185	396	3763	2947	486	5430	3788
308	2364	2201	398	3797	2964	488	5470	3808
310	2392	2218	400	3832	2982	490	5509	3828
0,312	1,2422	0,2234	0,402	1,3867	0,3000	0,492	1,5548	0,3847
314	2451	2250	404	3902	3018	494	5588	3867
316	2480	2266	406	3937	3036	496	5628	3887
318	2509	2283	408	3972	3054	498	5668	3907
320	2539	2299	410	4008	3072	0,500	5708	3927

Esempio per l'uso della precedente tabella. — Sia dato un arco di 4^m di corda e $0^m,72$ di saetta. Dividendo la saetta per la corda, si ha $s/c = 0,180$, a cui corrisponde nella tabella $a/c = 1,0843$, $A/c^2 = 0,1231$. Quindi:

Lunghezza dell'arco.....: $a = 1,0843 \times 4 = 4^m,3372$

Area del segmento.....: $A = 0,1231 \times 4^2 = 1^{mq},9696$.

Interessi, annuità e ammortamenti

(r tasso dell'interesse, in lire, per ogni lira di capitale)

1° Caso. — Ammontare di un capitale C, messo a interesse composto al tasso r, alla fine di n anni $\Big\}$ $S = C\,(1 + r)^n$

Valore presente, calcolati gli interessi composti, di una somma S pagabile dopo n anni..... $\Big\}$ $C = S\,\dfrac{1}{(1 + r)^n}$

2° Caso. — Ammontare dopo n anni di un'annuità a, versata alla fine di ciascun anno .... $\Big\}$ $S = a\,\dfrac{(1 + r)^n - 1}{r}$

Se l'annuità è versata al principio di ciascun anno, S va moltiplicato ancora per $(1 + r)$.

Annuità da impiegare alla fine di ciascun anno per formare dopo n anni una somma S..... $\Big\}$ $a = S\,\dfrac{r}{(1 + r)^n - 1}$

Se l'annuità è versata al principio d'ogni anno, a va diviso ancora per $(1 + r)$.

3° Caso. — Valore presente di un'annuità a pagabile per n anni alla fine di ciascun anno..... $\Big\}$ $C = a\,\dfrac{(1 + r)^n - 1}{r\,(1 + r)^n}$

Per annuità pagate al principio d'ogni anno, moltiplicare ancora per $(1 + r)$.

Annuità da pagarsi per n anni, alla fine di ciascun anno, equivalente al capitale presente C... $\Big\}$ $a = C\,\dfrac{r\,(1 + r)^n}{(1 + r)^n - 1}$

Per annuità pagate al principio d'ogni anno, dividere ancora per $(1 + r)$.

La tabella VIII serve a trovare immediatamente i valori di S, C, a, in tutti i casi. — Quando invece si trattasse di determinare n, si procederà come segue: si formi il quoziente $\dfrac{S}{C}$ pel 1° caso, $\dfrac{S}{a}$ pel 2°, $\dfrac{C}{a}$ pel 3°, e si cerchi se il valore di questo quoziente si trova nella colonna corrispondente al caso di cui si tratta. Se c'è, si ha immediatamente il valore richiesto di n nella 1ª colonna. Se non c'è, si procederà per interpolazione, come segue.

Sia, per esempio, da determinarsi in quanti anni si può ammortare un capitale di £ 10000 coi suoi interessi composti al 6 % mediante un'annuità fissa di £ 1000: $\dfrac{10000}{1000} = 10$ è compreso nella 16ª colonna fra 9,712 e 10,106, corrispondenti nella 1ª col. ai numeri 15 e 16. Si ha quindi:

$$n = 15 + \frac{10 - 9{,}712}{10{,}106 - 9{,}712}\,(16 - 15) = 15{,}731 = 15 \text{ anni e } 267 \text{ giorni.}$$

Dove manchi la tabella, si userà dei logaritmi. Così, nell'esempio precedente, la formola del 3° Caso darebbe, per $C = 10000$, $a = 1000$, $r = 0{,}06$:

$$(1 + r)^n = \frac{a}{a - C_r} = 2{,}5; \quad \text{quindi: } n = \frac{\log 2{,}5}{\log 1{,}06} = \text{anni } 15{,}73.$$

Num. d'anni n	$(1+r)^n$			$\frac{1}{(1+r)^n}$			$\frac{(1+r)^n-1}{r}$			$\frac{r}{(1+r)^n-1}$			$\frac{(1+r)^n-1}{r\,(1+r)^n}$			$\frac{r\,(1+r)^n}{(1+r)^n-1}$		
	4 %	5 %	6 %	4 %	5 %	6 %	4 %	5 %	6 %	4 %	5 %	6 %	4 %	5 %	6 %	4 %	5 %	6 %
2	1,082	1,103	1,124	0,9246	0,9070	0,8900	2,040	2,050	2,060	0,4902	0,4878	0,4854	1,886	1,859	1,833	0,5302	0,5378	0,5454
3	1,125	1,158	1,191	,8890	,8638	,8396	3,122	3,153	3,184	,3203	,3172	,3141	2,775	2,723	2,673	,3603	,3672	,3741
4	1,170	1,216	1,262	,8548	,8227	,7921	4,246	4,310	4,375	,2355	,2320	,2286	3,630	3,546	3,465	,2755	,2821	,2886
5	1,217	1,276	1,338	,8219	,7835	,7473	5,416	5,526	5,637	,1846	,1810	,1774	4,452	4,329	4,212	,2246	,2310	,2374
6	1,265	1,340	1,419	,7903	,7462	,7050	6,633	6,802	6,975	,1508	,1470	,1434	5,242	5,076	4,917	,1908	,1970	,2034
7	1,316	1,407	1,504	,7599	,7107	,6651	7,898	8,142	8,394	,1266	,1228	,1191	6,002	5,786	5,582	,1666	,1728	,1791
8	1,369	1,477	1,594	,7307	,6768	,6274	9,214	9,549	9,897	,1085	,1047	,1010	6,733	6,463	6,210	,1485	,1547	,1610
9	1,423	1,551	1,689	,7026	,6446	,5919	10,583	11,027	11,491	,0945	,0907	,0870	7,435	7,108	6,802	,1345	,1407	,1470
10	1,480	1,629	1,791	,6756	,6139	,5584	12,006	12,578	13,181	,0833	,0795	,0759	8,111	7,722	7,360	,1233	,1295	,1359
11	1,539	1,710	1,898	,6496	,5847	,5268	13,486	14,207	14,972	,0741	,0704	,0668	8,760	8,306	7,887	,1141	,1204	,1268
12	1,601	1,796	2,012	,6246	,5568	,4970	15,026	15,917	16,870	,0666	,0628	,0593	9,385	8,863	8,384	,1066	,1128	,1193
13	1,665	1,886	2,133	,6006	,5303	,4688	16,627	17,713	18,882	,0601	,0565	,0530	9,986	9,394	8,853	,1001	,1065	,1130
14	1,732	1,980	2,261	,5775	,5051	,4423	18,292	19,599	21,015	,0547	,0510	,0476	10,563	9,899	9,295	,0947	,1010	,1076
15	1,801	2,079	2,397	,5553	,4810	,4173	20,024	21,579	23,276	,0499	,0463	,0430	11,118	10,380	9,712	,0899	,0963	,1030
16	1,873	2,183	2,540	,5339	,4581	,3936	21,825	23,657	25,673	,0458	,0423	,0390	11,652	10,838	10,106	,0858	,0923	,0990
17	1,948	2,292	2,693	,5134	,4363	,3714	23,698	25,840	28,213	,0422	,0387	,0354	12,166	11,274	10,477	,0822	,0887	,0954
18	2,026	2,407	2,854	,4939	,4155	,3503	25,645	28,132	30,906	,0390	,0355	,0324	12,659	11,690	10,828	,0790	,0855	,0924
19	2,107	2,527	3,026	,4746	,3957	,3305	27,671	30,539	33,760	,0361	,0327	,0296	13,134	12,085	11,158	,0761	,0827	,0896
20	2,191	2,653	3,207	,4564	,3769	,3118	29,778	33,066	36,786	,0336	,0302	,0272	13,590	12,462	11,470	,0736	,0802	,0872
21	2,279	2,786	3,400	,4388	,3589	,2942	31,969	35,719	39,993	,0313	,0280	,0250	14,029	12,821	11,764	,0713	,0780	,0850
22	2,370	2,925	3,604	,4220	,3418	,2775	34,248	38,505	43,392	,0292	,0260	,0230	14,430	13,163	12,004	,0692	,0760	,0830
23	2,465	3,072	3,820	,4057	,3256	,2618	36,618	41,430	46,996	,0273	,0241	,0213	14,857	13,488	12,305	,0673	,0741	,0813
24	2,563	3,225	4,049	,3901	,3101	,2470	39,082	44,502	50,816	,0256	,0225	,0197	15,247	13,798	12,550	,0656	,0725	,0797
25	2,666	3,386	4,292	,3751	,2953	,2330	41,646	47,727	54,865	,0240	,0210	,0182	15,622	14,094	12,783	,0640	,0710	,0782
26	2,772	3,556	4,549	,3607	,2812	,2198	44,312	51,113	59,156	,0226	,0196	,0169	15,983	14,375	13,003	,0626	,0696	,0769
27	2,883	3,733	4,822	,3468	,2678	,2074	47,084	54,669	63,706	,0212	,0183	,0157	16,329	14,643	13,211	,0612	,0683	,0757
28	2,999	3,920	5,112	,3335	,2551	,1956	49,968	58,403	68,528	,0200	,0171	,0146	16,663	14,898	13,406	,0600	,0671	,0746
29	3,119	4,116	5,418	,3207	,2429	,1846	52,966	62,323	73,656	,0189	,0160	,0136	16,984	15,141	13,590	,0589	,0660	,0736
30	3,243	4,322	5,743	,3083	,2314	,1741	56,085	66,439	79,058	,0178	,0151	,0126	17,292	15,372	13,765	,0578	,0651	,0726
35	3,946	5,516	7,686	,2534	,1813	,1301	73,652	90,320	111,435	,0136	,0111	,0099	18,665	16,374	14,498	,0536	,0611	,0690
40	4,801	7,040	10,286	,2083	,1420	,0972	95,026	120,800	154,762	,0105	,0083	,0065	19,793	17,159	15,046	,0505	,0583	,0665

Annuità vitalizie.

Annuità immediate. — C_e valor capitale attuale, al tasso r, di una lira di annuità vitalizia, pagabile alla fine di ogni anno a, o da un individuo di età e, vita natural durante. Se s_e, s_{e+1}..... sono i numeri, risultanti dalle tavole di mortalità, dei superstiti alle età e, $e+1$,..... di una schiera di coetanei (per es. di 1000 nati nello stesso anno), s_m il numero degli ultimi superstiti all'età m, si ha:

$$C_e = \frac{s_{e+1}}{s_e}(1+r)^{-1} + \frac{s_{e+2}}{s_e}(1+r)^{-2} + \ldots\ldots + \frac{s_m}{s_e}(1+r)^{-m+e}$$

oppure:

$$C_e = (1+C_{e+1})\frac{s_{e+1}}{s_e}(1+r)^{-1}$$

che serve a dedurre C_e dal valore corrispondente all'età immediatam. superiore; onde, partendo dall'età estrema m, per la quale $s_{m+1} = o$, si può man mano calcolare C_e per tutte le età inferiori.

Annuità differite. — D_{en} valor capitale attuale di un'annuità vitalizia di una lira, differita di n anni, cioè pagabile a cominciare dalla fine del $(n+1)^{mo}$ anno a, o da un individuo di età presente e:

$$D_{en} = \frac{s_{e+n}}{s_e} C_{e+n}(1+r)^{-n}$$

Annuità temporanee. — T_{en} valor capitale attuale di un'annuità di una lira, temporanea per n anni, cioè pagabile per n anni alla fine di ogni anno a, o da un individuo di età presente e:

$$T_{en} = C_e - D_{en}$$

Pensioni vitalizie con ritenuta. — Se dai, o pei superstiti di un gruppo di s_e coetanei di età e si versa in fin d'anno e per n anni la somma di una lira cadauno, allo scopo di formar loro una pensione vitalizia quando avranno raggiunto l'età $e+n$, l'ammontare P della pensione annua spettante a ciascun di essi è:

$$P = \frac{C_e}{D_{en}} - 1.$$

Mensilità. — Valor C in fin d'anno di una mesata, o versamento mensile S, al tasso annuo r:

Mesata anticipata al 1° del mese....: $C = S(12 + 6{,}5\,r)$
Mesata posticipata in fin di mese....: $C = S(12 + 5{,}5\,r)$

Per avere il valore in principio d'anno, si divida per $(1+r)$.

Conti correnti. — Ritenuto l'anno di 360 giorni, come d'uso, ne deriva, per calcolar l'interesse in fin d'anno d'una somma messa a conto corrente, la regola seguente: si moltiplichi la somma per il numero dei giorni dalla data della registrazione a fin d'anno e si divida per 100; indi si divida per 120; 90; 80; 72; 60, secondo che l'interesse è al 3; 4; 4 ½; 5; 6 per cento.

Misure, pesi e monete di diversi paesi

America (Stati Uniti):
Misure e pesi come in Inghilterra.
1 Dollar = 100 Cents = £ 5,18.

America del Sud:
1 Vara = 0^m,836.
1 Cantara = 4 Cuartillas = 16,133 litri.
1 Quintal = 4 Arrobas da 25 libras = 46 kg.
1 Onza = £ 81,55 (Confederaz. argentina, Chili); 1 Piastra = £ 5,37 (Confederaz. argentina); 1 Peso = £ 5 (Chili); 1 Sol = £ 5 (Perù).

Austria:
Sistema metrico.
Misure antiche: 1 Fuss (piede) = 0^m,3161; 1 Klafter = 6 piedi; 1 Joch = 57,554 are; 1 Maass = 1,415 litri; 1 Eimer = 40 Maass; 1 Wienerpfund = 0,56 kg.; 1 Centner = 100 Handelspfund = 50 kg.
1 Gulden (fiorino) d'argento = 100 Kreuzer = £ 2,47; pezzi d'oro di 4 e 8 fiorini = £ 10 e 20.

Belgio — Misure, pesi e monete come in Italia.

Brasile:
1 Pé = 0^m,329.
1 Pipa = 545,06 litri; 1 Alqueire = 40 litri.
1 Quintal = 4 Arrobas = 58,75 kg.
1 milreis = 1000 Reis = £ 2,83.

Danimarca:
1 Fod (piede) = 0^m,3138.
1 Pund (libbra) = 0,5 kg.
1 Corona = £ 1,39; pezzi d'oro di 10 e 20 Corone.

Egitto:
1 Pik Stambuli = 0^m,677; 1 Pik Endasch = 0^m,638.
1 Ardèbb = 271 litri.
1 Kantar = 100 Rotoli = 14,437 kg.; 1 Oka = 400 dramme = 1,235 kg
1 Piastra = 40 Parà = £ 0,256.

Francia — Misure, pesi e monete come in Italia.
Misure antiche: 1 Pied = 0^m,325; 1 Brasse = 5 piedi; 1 Toise = 6 piedi; 1 Lieue = $^1/_{20}$ di grado terrestre = 5555^m; 1 Mille marin = $^1/_{60}$ di grado = 1852^m; 1 Encablure = 200^m; 1 Nœud = 1 Mille all'ora = 0^m,514 al 1″; 1 Arpent de Paris = 34,19 are; 1 Arpent des eaux et forêts = 51,07 are; 1 Boisseau = 13 litri; 1 Livre = kg. 0,49.

Germania:
Sistema metrico.
Misure antiche: 1 piede (Fuss) pruss. = 0^m,3138; bavarese 0^m,2919; sassone 0^m,283; badese 0^m,3; 1 Morgen = 25,532 are; 1 Eimer = 68,69 litri; 1 libbra (Pfund) prussiana = 0^k,4677; bavarese 0^k,56; Zollverein 0^k,5.
1 Mark = 100 Pfennig = £ 1,2345; 1 Thaler = 3 Mark; pezzi d'oro di 5, 10 e 20 Mark.

Grecia:

Misure, pesi e monete come in Italia (1 Dramma = £ 1).

Inghilterra:

1 Foot (piede) = 12 Inches (pollici), divisi in quarti, ottavi e sedicesimi = 0^m,3048; 1 pollice 0^m,0254 (vedi tabella IX a pagina 48); 1 square foot = 0^{mq},0929; 1 cubic foot = 28,316 litri; 1 square inch = 6,45 cmq.; 1 cubic inch = 0,0164 litri.

1 Yard = 3 Feet = 0^m,9144; 1 Fathom = 2 Yards; 1 Rod = 5 ½ Yards.

1 Mile = 1760 Yards = 5280 Feet = 1609^m,315.

1 Knot (miglio marino o geografico, nodo) = 6087 Feet = 1852^m,30.

1 Rood = 1210 Yards quadr. = 10,117 are; 1 Acre = 4 Roods = 40,467 are.

1 Gallon = 4 Quarts = 8 Pints = 4,543 litri; 1 Buschel = 8 Gallons = 36,348 litri; 1 Quarter = 8 Buschels = 64 Gallons = 290,78 litri.

1 Pound (lb) = 16 Ounce (oz) = 0,4536 kg.; 1 grano (troy) = 0,065 gr.

1 Hundredweight (Cwt) = 112 libbre = 50,8 kg.; 1 Ton = 20 Cwt = 1016 kg.

1 Shilling (scellino) = 12 Pence = £ 1,26; 1 Crown = 5 scellini; 1 Pound sterling (sterlina) = 20 scellini = £ 25,22.

1 Rupee (India) = £ 2,38.

Italia:

Sistema metrico. Unità lineare il metro, superficiale il mq. Misure agrarie: 1 ara = 100 mq.; 1 pertica metrica = 1000 mq.; 1 ettaro = 10000 mq. Misure di volume: pei solidi il mc.; pei liquidi il litro, e l'ettolitro = 100 litri. Unità di peso: il grammo, il chilogr. = 1000 gr., il quintale = 100 kg., la tonnellata = 1000 kg.

Monete: pezzo da £ 20 (oro), peso gr. 6,4516, diam. 21 mm.; da £ 10, peso gr. 3,2258, diam. 19 mm.; pezzo da £ 5 (argento), peso gr. 25, diam. 37 mm.; da £ 2, peso gr. 10, diam. 27 mm.; da £ 1, peso gr. 5, diam. 23 mm.; pezzi da 10 e 5 centes. (bronzo), peso 10 e 5 gr.

Principali misure antiche:

Bologna

1 braccio = 12 once = 0^m,64; 1 piede = 0^m,38; 1 tornatura = 144 tavole = 20,80 are.

1 corba = 2 staia = 60 boccali = 78,6 litri.

Firenze

1 braccio = 2 palmi = 0^m,583; 1 quadrato = 12 tavole = 34,06 are.

1 moggio = 8 sacca = 581,7 litri; 1 barile = 20 fiaschi = 45,5 litri; 1 fiasco = 2,28 litri.

1 libbra = 12 once = 0,362 kg.

Genova

1 palmo = 0^m,248; 1 cannella = 100 piedi = 0,062 are.

1 mina = 2 quartini = 116,5 litri; 1 barilla = 90 amole = 79 litri.

Milano

1 braccio = 12 once = 0^m,595; 1 trabucco = 6 piedi = 2^m,611; 1 pertica = 24 tavole = 6,545 are = 654,5 mq.

1 moggio = 8 staia = 146,2 litri; 1 brenta = 96 boccali = 75,6 litri.

1 libbra grossa = 28 once = 0,763 kg.; 1 libbra piccola = 12 once = 0,326 kg.

Napoli

1 canna = 8 palmi = 2^m,116; 1 moggia = 10 quarte = 33,873 are.

1 botte (vino) = 12 barili = 720 caraffe = 523,5 litri; 1 salma = 175 litri.

1 tomolo (cereali) = 8 stoppelli = 55,545 litri.
1 salma (olio) = 10 staia = 160 kg.
1 rotolo = 0,891 kg.; 1 cantaro = 100 libbre = 30,075 kg.

Roma

1 canna = 10 palmi = 2^{m},234; 1 pezza = 4 quarte = 26,406 are.
1 rublo = 22 scorzi = 294,5 litri; 1 barile = 32 boccali = 57,5 litri.
1 libbra = 12 once = 0,339 kg.

Sicilia

1 canna = 8 palmi = 2^{m},204; 1 palmo = 16 tomoli = 14 are
1 salma = 4 bisacce = 344,4 litri; 1 salmo = 8 barili = 274,1 litri.
1 cantaro = 100 rottoli = 79,37 kg.

Torino

1 raso = 14 once = 0^{m},6001; 1 piede = 0^{m},5144; 1 giornata = 160 tavole = 38,104 are.
1 sacco = 5 mine = 115,3 litri; 1 carro = 10 brente = 493,1 litri.
1 libbra = 12 once = 0,369 kg.

Venezia

1 braccio = 0^{m},683; 1 piede = 0^{m},347; 1 campo = 36,566 are; 1 campo padovano = 38,53 are.
1 moggio = 8 mezzeni = 333,2 litri; 1 botte = 10 mastelli = 651,1 litri.
1 libbra grossa = 12 once = 0,477 kg.; 1 libbra piccola = 0,301 kg.

Olanda:

Sistema metrico.
1 Gulden = 100 Cents = £ 2,10.

Portogallo:

Sistema metrico.
1 Milreis = 1000 Reis = £ 5,60; 1 Corona = 10 Milreis.

Russia:

1 Arschin = 20 pollici = 0^{m},711; 1 Saschen = 3 Arschin = 7 piedi inglesi = 2^{m},1336; 1 Werst = 500 Saschen = 1066^{m},78.
1 Dessätin = 109,25 are.
1 Wedro = 10 Kruschka = 12,299 litri; 1 Tschetwerik = 26,2376 litri.
1 Pfund = 0,4095 kg.; 1 Poud = 40 Pfund; 1 Berkovetz = 10 Poud; 1 tonn. = 6 Berkowetz = 982,5 kg.
1 Rubel (rublo) = 100 Kopek = £ 4.

Spagna:

Sistema metrico.
Misure antiche: 1 Piè = 0^{m},279; 1 Braza = 1^{m},672; 1 Fanega = 64,4 are; 1 Càntara = 16,133 litri; 1 libbra = 0,46 kg.; 1 Arroba = 25 lib.
1 Peseta = £ 1; 1 Real = £ 0,25.

Svezia:

1 Fot (piede) = 0^{m},297.
1 Skalpund (libbra) = 0,425 kg.
Monete come in Danimarca (Unione Scandinava).

Svizzera:

1 Piede = 0^{m},30; 1 libbra = 0,50 kg.; nel resto sistema metrico.
Monete come in Italia.

Turchia:

1 Arschin = 0^{m},686; 1 Oka = 1,281 kg.
1 Piastra = 40 Parà = £ 0,228; 1 Medjidiè d'oro = 100 Piastre.

IX Tabella

Pollici inglesi e millimetri

Poll.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	0,00	25,40	50,80	76,20	101,6	127,0	152,4	177,8	203,2	228,6	254,0	279,4
1/16	1,59	26,99	52,39	77,79	103,1	128,6	154,0	179,4	204,8	230,2	255,6	281,0
1/8	3,18	28,57	53,97	79,37	104,8	130,2	155,6	181,0	206,4	231,8	257,2	282,6
3/16	4,76	30,16	55,56	80,96	106,4	131,8	157,2	182,6	208,0	233,4	258,8	284,2
1/4	6,35	31,75	57,15	82,55	108,0	133,4	158,8	184,2	209,6	235,0	260,4	285,7
5/16	7,94	33,34	58,74	84,14	109,5	134,9	160,3	185,7	211,1	236,5	261,9	287,3
3/8	9,53	34,92	60,32	85,72	111,1	136,5	161,9	187,3	212,7	238,1	263,5	288,9
7/16	11,11	36,51	60,91	87,31	112,7	138,1	163,5	188,9	214,3	239,7	265,1	290,5
1/2	12,70	38,10	63,50	80,90	114,3	139,7	165,1	190,5	215,9	241,3	266,7	292,1
9/16	14,29	39,69	65,09	90,49	115,9	141,3	166,7	192,1	217,5	242,9	268,3	293,7
5/8	15,88	41,27	66,67	92,07	117,5	142,9	168,3	193,7	219,1	244,5	269,9	295,3
11/16	17,46	42,86	68,26	93,66	119,1	144,5	169,9	195,3	220,7	246,1	271,5	296,9
3/4	19,05	44,45	69,85	95,25	120,7	146,1	171,5	196,9	222,3	247,7	273,1	298,6
13/16	20,64	46,04	71,44	96,84	122,2	147,6	173,0	198,0	223,8	249,2	274,6	300,0
7/8	22,23	47,62	73,02	98,42	123,8	149,2	174,6	200,1	225,4	250,8	276,2	301,6
15/16	23,81	49,21	74,61	100,0	125,4	150,8	176,2	201,6	227,0	252,4	277,8	303,1

Piedi inglesi e metri

Piedi	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0,0000	0,3049	0,6096	0,9144	1,2192	1,5240	1,8288	2,1336	2,4384	2,7432
10	3,0480	3,3528	3,6575	3,9624	4,2671	4,5719	4,8767	5,1815	5,4863	5,7911
20	6,0959	6,4007	6,7054	7,0103	7,3151	7,6199	7,9247	8,2295	8,5344	8,8391
30	9,1439	9,4487	9,7534	10,048	10,363	10,679	10,973	11,277	11,582	11,887
40	12,192	12,496	12,801	13,106	13,411	13,716	14,021	14,325	14,630	14,935
50	15,240	15,544	15,849	16,154	16,459	16,764	17,068	17,373	17,678	17,983
60	18,288	18,593	18,897	19,202	19,507	19,812	20,116	20,421	20,726	21,031
70	21,336	21,640	21,945	22,250	22,555	22,860	23,164	23,469	23,774	24,079
80	24,384	24,688	24,993	25,298	25,603	25,908	26,212	26,517	26,822	27,127
90	27,432	27,736	28,041	28,346	28,651	28,955	29,260	29,565	29,870	30,175
100	30,480	30,784	31,089	31,394	31,699	32,003	32,308	32,613	32,918	33,223
110	33,528	33,832	34,137	34,442	34,747	35,041	35,356	35,661	35,966	36,271
120	36,576	36,880	37,185	37,490	37,795	38,099	38,404	38,709	39,014	39,318

Libbre inglesi e chilogrammi

Libbre	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0,0000	0,4536	0,9072	1,3608	1,8144	2,2680	2,7216	3,1751	3,6287	4,0823
10	4,5359	4,9895	5,4431	5,8967	6,3503	6,8039	7,2575	9,7111	8,1647	8,6183
20	9,0719	9,5254	9,9790	10,433	10,886	11,340	11,793	12,247	12,701	13,154
30	13,608	14,061	14,515	14,969	15,422	16,329	16,329	16,783	17,237	17,690
40	18,144	18,597	19,051	19,504	19,958	20,865	20,865	21,319	21,772	22,226
50	22,680	23,133	23,587	24,040	24,494	25,401	25,401	25,855	26,308	26,761
60	27,226	27,669	28,123	28,576	29,030	29,937	29,937	30,391	30,844	31,257
70	31,751	32,205	32,659	33,112	33,566	34,473	34,473	34,927	35,380	35,833
80	36,287	36,741	37,195	37,648	38,102	38,555	39,009	39,463	39,916	40,369
90	40,823	41,277	41,731	42,184	42,630	43,091	43,545	43,998	44,452	44,905

X Tabella

Peso di 1 metro cubo di diverse sostanze, in chilogrammi

Sostanza	Stato	Peso di 1^{mc} in kg.
Acciaio		7500 ÷ 8100
Aceto	a 0°	1010
Acido carbonico	a 0° e pressione atm.	1,980
Acqua di mare	a 0°	1020 ÷ 1040
Alcool assoluto	a 15°	797
Alluminio		2560 ÷ 2670
Amianto		2050 ÷ 2800
Antimonio		6650 ÷ 6860
Antracite	in massa	1300 ÷ 1810
Ardesia		2630 ÷ 2670
Argentano (*packfong*)		8400 ÷ 8700
Argento		10450 ÷ 10600
Argilla	asciutta	2000 ÷ 2250
Argilla	appena cavata	2600
Aria	a 0° e pressione atm.	1,293
Asfalto		1100 ÷ 1330
Avorio		1800 ÷ 1920
Azoto	a 0° e pressione atm.	1,257
Birra		1020 ÷ 1030
Bismuto		9800
Bronzo		8450 ÷ 9200
Burro		940
Calce	in pezzi	1250 ÷ 1800
Calcestruzzo		2100 ÷ 2500
Caucciù		930 ÷ 1250
Carbon fossile	in massa	1200 ÷ 1500
Carbon fossile	in pezzi	800 ÷ 1000
Carbone di legna dolce	in pezzi	135 ÷ 180
Carbone di legna forte	in pezzi	200 ÷ 220
Catrame		1110 ÷ 1130
Cemento	in polvere	1450 ÷ 1750
Cera		965 ÷ 970
Cereali in genere	a misura	620 ÷ 750
Coke da gas	in pezzi	300 ÷ 350
Coke metallurgico	in pezzi	400 ÷ 450
Cristallo		2900 ÷ 3400
Cuoio		1100
Erba fresca	in mucchio	425 ÷ 500
Farina di frumento	a misura	400 ÷ 600
Ferro		7700 ÷ 7900
Fieno	in mucchio	100 ÷ 120
Frumento	a misura	720 ÷ 780
Gas illuminante	a 0° e pressione atm.	0,550 ÷ 0,780
Gesso		1400
Ghiaccio		920
Ghiaja	in mucchio	1500 ÷ 1800

Sostanza	Stato	Peso di 1^{mc} in kg.
Ghisa		7000 ÷ 7500
Grano turco	a misura	670 ÷ 780
Grassi		920 ÷ 940
Idrogeno	a 0° e pressione atm.	0,089
Latte		1020 ÷ 1040
Legno di pino, larice, abete.	appena reciso	800 ÷ 900
Legno di pino, larice, abete.	stagionato	500 ÷ 700
Leg. di acero, frassino, noce.	appena reciso	850 ÷ 950
Leg. di acero, frassino, noce.	stagionato	650 ÷ 750
Legno di faggio, quercia	appena reciso	900 ÷ 1100
Legno di faggio, quercia	stagionato	700 ÷ 800
Legna da fuoco, dolce	in catasta, stagionata	250 ÷ 350
Legna da fuoco, forte	in catasta, stagionata	400 ÷ 450
Legna da fuoco, minuta	in fascine, stagionata	100 ÷ 120
Lignite	asciutta	1100 ÷ 1400
Malta		1640 ÷ 1850
Mercurio	a 0°	13600
Muratura di mattoni pieni	asciutta	1550 ÷ 1650
Muratura di mattoni vuoti	asciutta	1050 ÷ 1100
Muratura di pietrame	asciutta	2250 ÷ 2450
Neve	asciutta, non compressa	50
Neve	inzuppata	500
Neve	stato ordinario	125
Nichelio		8400 ÷ 8650
Olii	a 15°	920 ÷ 940
Oro		19500
Ossigeno	a 0° e pressione atm.	1,430
Ottone		8400 ÷ 8700
Paglia	in mucchio	60 ÷ 70
Petrolio	a 15°	750 ÷ 840
Pietre da costruzione:		
Arenarie		2000 ÷ 2500
Calcari, schisti		2400 ÷ 2800
Graniti, gneiss		2600 ÷ 2800
Marmi		2700 ÷ 2800
Piombo		11200 ÷ 11450
Platino		21300
Porcellana		2150 ÷ 2490
Rame		8600 ÷ 8900
Sabbia	asciutta	1400 ÷ 1650
Sabbia	umida	1600 ÷ 1900
Sale	asciutto	2080 ÷ 2170
Semi oleosi e altri		600 ÷ 800
Stagno		7300 ÷ 7500
Sughero		240
Terra silicea (leggera)	asciutta	1300 ÷ 1400
Terra argillosa (forte)	asciutta	1700 ÷ 2000
Terra ghiajosa	asciutta	1400 ÷ 1700
Torba secca	in pezzi	200 ÷ 250
Torba compressa	in pezzi	450 ÷ 550
Vetro		2450 ÷ 2650
Vino	a 15°	920 ÷ 1000
Zinco		7200
Zucchero		1600

1. CALORE E COMBUSTIBILI

1. Termometria. — Scale termometriche:

n Gradi Centigr. $= 32 + {}^{9}/_{5}\ n$ Gradi Fahrenheit $= {}^{4}/_{5}\ n$ Gradi Réaumur.

n Gradi Réaumur $= 32 + {}^{9}/_{4}\ n$ Gradi Fahrenheit $= {}^{5}/_{4}\ n$ Gradi Centigr.

n Gradi Fahrenheit $= {}^{5}/_{9}\ (n - 32)$ Gradi Centig. $= {}^{4}/_{9}\ (n - 32)$ Gradi R.

XI Tabella. — Scale termometriche

Centigr.	Réaumur	Fahrenheit	Centigr.	Réaumur	Fahrenheit	Centigr.	Réaumur	Fahrenheit	Centigr.	Réaumur	Fahrenheit
— 20	— 16,	— 4,0	23	18,4	73,4	66	52,8	150,8	109	87,2	228,2
— 19	— 15,2	— 2,2	24	19,2	75,2	67	53,6	152,6	110	88,0	230,0
— 18	— 14,4	— 0,4	25	20,0	77,0	68	54,4	154,4	111	88,8	231,8
— 17	— 13,6	1,4	26	20,8	78,8	69	55,2	156,2	112	89,6	233,6
— 16	— 12,8	3,2	27	21,6	80,6	70	56,0	158,0	113	90,4	235,4
— 15	— 12,0	5,0	28	22,4	82,4	71	56,8	159,8	114	91,2	237,2
— 14	— 11,2	6,8	29	23,2	84,2	72	57,6	161,6	115	92,0	239,0
— 13	— 10,4	8,6	30	24,0	86,0	73	58,4	163,4	116	92,8	240,8
— 12	— 9,6	10,4	31	24,8	87,8	74	59,2	165,2	117	93,6	242,6
— 11	— 8,8	12,2	32	25,6	89,6	75	60,0	167,0	118	94,4	244,4
— 10	— 8,0	14,0	33	26,4	91,4	76	60,8	168,8	119	95,2	246,2
— 9	— 7,2	15,8	34	27,2	93,2	77	61,6	170,6	120	96,0	248,0
— 8	— 6,4	17,6	35	28,0	95,0	78	62,4	172,4	121	96,8	249,8
— 7	— 5,6	19,4	36	28,8	96,8	79	63,2	174,2	122	97,6	251,6
— 6	— 4,8	21,2	37	29,6	98,6	80	64,0	176,0	123	98,4	253,4
— 5	— 4,0	23,0	38	30,4	100,4	81	64,8	177,8	124	99,2	255,2
— 4	— 3,2	24,8	39	31,2	102,2	82	65,6	179,6	125	100,0	257,0
— 3	— 2,4	26,6	40	32,0	104,0	83	66,4	181,4	126	100,8	258,8
— 2	— 1,6	28,4	41	32,8	105,8	84	67,2	183,2	127	101,6	260,6
— 1	— 0,8	30,2	42	33,6	107,6	85	68,0	185,0	128	102,4	262,4
0	0,	32,0	43	34,4	109,4	86	68,8	186,8	129	103,2	264,2
1	0,8	33,8	44	35,2	111,2	87	69,6	188,6	130	104,0	266,0
2	1,6	35,6	45	36,0	113,0	88	70,4	190,4	131	104,8	267,8
3	2,4	37,4	46	36,8	114,8	89	71,2	192,2	132	105,6	269,6
4	3,2	39,2	47	37,6	116,6	90	72,0	194,0	133	106,4	271,4
5	4,0	41,0	48	38,4	118,4	91	72,8	195,8	134	107,2	273,2
6	4,8	42,8	49	39,2	120,2	92	73,6	197,6	135	108,0	275,0
7	5,6	44,6	50	40,0	122,0	93	74,4	199,4	136	108,8	276,8
8	6,4	46,4	51	40,8	123,8	94	75,2	201,2	137	109,6	278,6
9	7,2	48,2	52	41,6	125,6	95	76,0	203,0	138	110,4	280,4
10	8,0	50,0	53	42,4	127,4	96	76,8	204,8	139	111,2	282,2
11	8,8	51,8	54	43,2	129,2	97	77,6	206,6	140	112,0	284,0
12	9,6	53,6	55	44,0	131,0	98	78,4	208,4	141	112,8	285,8
13	10,4	55,4	56	44,8	132,8	99	79,2	210,2	142	113,6	287,6
14	11,2	57,2	57	45,6	134,6	100	80,0	212,0	143	114,4	289,4
15	12,0	59,0	58	46,4	136,4	101	80,8	213,8	144	115,2	291,2
16	12,8	60,8	59	47,2	138,2	102	81,6	215,6	145	116,0	293,0
17	13,6	62,6	60	48,0	140,0	103	82,4	217,4	146	116,8	294,8
18	14,4	64,4	61	48,8	141,8	104	83,2	219,2	147	117,0	296,6
19	15,2	66,2	62	49,6	143,6	105	84,0	221,0	148	118,4	298,4
20	16,0	68,0	63	50,4	145,4	106	84,8	222,8	149	119,2	300,2
21	16,8	69,8	64	51,2	147,2	107	85,6	224,6	150	120,0	302,0
22	17,6	71,6	65	52,0	149,0	108	86,4	226,4	151	120,8	303,8

Pirometria. Si può dedurre una misura approssimata delle alte temperature dai colori assunti da una lamina metallica (ferro, platino), come segue:

Rosso nascente 550° Cent.; rosso cupo 700°; rosso ciliegia 800° ÷ 900°; ciliegia vivo 1000°; aranciato cupo 1100°; aranciato vivo 1200°; bianco 1300° ÷ 1400°; bianco abbagliante 1500°.

2. Unità di calore e suo equivalente dinamico. — Unità di calore (*caloria*) = quantità di calore necessaria per elevare da 0° a 1° la temperatura di 1 kg. d'acqua. Una caloria equivale a un lavoro di 424 chilogrammetri; 1 kgm. equivale a 0,00236 calorie.

3. Calore specifico. — Numero di calorie necessario per elevare da 0° a 1° la temperatura di 1 kg. di un corpo. Approssimatamente si può ritenere che il calore specifico sia anche il calore necessario per riscaldare il corpo di 1°, a qualunque temperatura. Quindi per riscaldare P kg. di un corpo di calore specifico c da t_0 a t_1 gradi, si richiedono circa:

$$P\,(t_1 - t_0)\,c \text{ calorie}$$

che è pure il calore ceduto dal corpo, raffreddandosi da t_1 a t_0.

Per scaldare di 1° un metro cubo di un corpo si richiedono $c\,\gamma$ calorie (γ = peso in kg. di 1^{mc} del corpo) (tabella X).

XII Tabella. — Calore specifico dei solidi e liquidi

Acciaio	0,118	Calce viva	0,217	Oro	0,032
Acido cloridrico	0,600	Carbonato calce	0,203	Ottone	0,094
Acido nitrico	0,661	Carbone	0,241	Pietre, mattoni	0,210
Acido solforico	0,335	Ferro	0,111	Piombo	0,031
Acqua	1,000	Gesso	0,197	Platino	0,032
Alcool	0,600	Ghisa	0,130	Rame	0,095
Argento	0,057	Legno	0,575	Stagno	0,055
Bismuto	0,030	Mercurio	0,033	Vetro	0,192
Bronzo	0,086	Olio	0,500	Zinco	0,095

XIII. Tabella. — Calore specifico dei gas e vapori

Corpo	A press. costante	A volume costante	Corpo	A press. costante	A volume costante
Acido carbonico	0,216	0,170	Idrogeno	3,409	2,412
Aria	0,237	0,168	Oss. di carbonio	0,247	0,175
Azoto	0,244	0,173	Ossigeno	0,217	0,154
Bicarburo d'idr.	0,404	0,287	Protocarb. d'idr.	0,593	0,421
Gas ammoniaco	0,508	0,360	Vapor d'acqua	0,480	0,340

4. Dilatazione e contrazione. — Dilataz. *lineare:* è la variaz. dell'unità di lungh. per una variaz. di temperat. di 1°. La dilataz. *superficiale* è il doppio, quella *cubica* il triplo della lineare.

Dilatazione lineare per 1° (fra 0° e 100°):

Acciaio	0,000012	Granito	0,000009	Ottone	0,000018
Argento	0,000019	Legno abete	0,000003	Piombo	0,000028
Bronzo	0,000018	Marmo	0,000007	Rame	0,000017
Carbone	0,000010	Mattoni	0,000006	Stagno	0,000019
Ferro	0,000012	Mercurio	0,000060	Vetro	0,000009
Ghisa	0,000011	Oro	0,000015	Zinco	0,000029

Dilatazione cubica per 1°:

Aria e gas 0,0037; Alcool 0,0012; Acqua (media fra 4° e 100°) 0,00045

Contrazione lineare nella solidificazione:

Acqua (si dilata)	— 0,024	Ottone (65 rame, 35 zinco)	0,015
Bronzo (100 rame, 12 stagno)	0,008	Piombo	0,011
Bronzo (100 rame, 18 stagno)	0,010	Stagno	0,008
Ghisa	0,010	Zinco	0,016

5. *Fusione e vaporizzazione.*

Calore di fusione: calore assorbito da 1 kg. nell'atto della fusione, e restituito nell'atto della solidificazione, rimanendo invariata la temperatura. Per fondere le seguenti sostanze si richiedono calorie:

Argento	21,1	Ghisa	23 ÷ 33	Piombo	5,4	Zinco	28,2
Ghiaccio	79,4	Met. bianchi	4 ÷ 5	Stagno	14,2	Zolfo	9,4

Calore totale di vaporizzazione. È il calore necessario, in calorie, per vaporizzare, alla temperatura t, 1 kg. di liquido preso a 0°; ed anche il calore ceduto dal vapore, quando torna liquido a 0°. Il calore totale di vaporizzazione dell'acqua è:

$$\lambda = 606{,}5 + 0{,}305\ t.$$

Se il liquido si trova già a una temperatura t_0, il calore che esso richiede per vaporizzare (che è anche il calore ceduto dal vapore, quando si condensa in liquido a t_0) è:

$$\lambda - ct_0 \text{ calorie} \quad (c = \text{calore specifico del liquido}).$$

XIV Tabella. — Temper. di fusione o solidificazione

Acciaio	gradi	1300 ÷ 1400	Mercurio	gradi	— 39,5
Acqua di mare	»	— 2,5	Nichelio	»	1500
Alcool puro	»	— 100	Olio di colza	»	1
Alluminio	»	600	Olio d'uliva	»	3
Argento	»	1000	Oro	»	1100 ÷ 1250
Benzina	»	7	Ottone	»	1015
Bronzo	»	960	Paraffina	»	46
Cera	»	62 ÷ 68	Piombo	»	330
Ferro	»	1500 ÷ 1600	Platino	»	2000
Ghisa bianca	»	1050 ÷ 1100	Rame	»	1000 ÷ 1100
Ghisa di 2ª fusione	»	1100 ÷ 1200	Sego, burro, grassi	»	32 ÷ 40
Leghe 2 bism. 8 pb. 9 st.	»	160	Stagno	»	230
Leghe 4 » 8 » 7 »	»	142	Stearina	»	43 ÷ 50
Leghe 1 » 1 » 1 »	»	123	Zinco	»	360
Leghe 8 » 5 » 3 »	»	100	Zolfo	»	107

XV Tabella. — Temperature di vaporizzazione
(alla pressione atmosferica)

Acido cloridrico .... gradi	110	Etere solforico ..... gradi	36
Acido nitrico ..... »	86	Mercurio ..... »	350
Acido solforico .... »	310	Olii in media ..... »	320
Acido solforoso ..... »	— 10	Paraffina ..... »	370
Alcool assoluto ..... »	78	Solfuro di carbonio ..... »	46
Ammoniaca liquida ..... »	— 38	Soluzione satura di sale ..... »	108
Benzina ..... »	45 ÷ 80	Zolfo ..... »	440

6. Miscele frigorifere. — Si abbassa la temperat. a — 10° con 1 parte nitrato sodico e 4 acqua; a — 15° con 1 nitrato ammonico e 1 acqua; a — 20° con 1 sale e 3 ghiaccio; a — 40° con 1 ghiaccio e 1 ac. solforico allungato; a — 100° con ac. carbonico solido e etere.

7. Combustibili.

Volume d'aria fredda necessario alla combustione. — La seguente tabella XVI dà il volume d'aria fredda teoricamente necessario per bruciare 1 kg. di combustibile; ma nei focolari ordinari con combustibili solidi bisogna calcolare un volume d'aria doppio del teorico. Per focolari alimentati con aria iniettata, o per combustibili gasosi o liquidi, basta un volume = 1 $^1/_2$ volte il teorico.

Volume del fumo. — Se t è la temperatura del fumo, il suo volume, per ogni mc. d'aria fredda alimentare, è approssimatamente:

$$(1 + 0{,}00366\ t) \text{ metri cubi.}$$

Potere calorifico. — È la quantità di calore espressa in calorie, che 1 kg. di combustibile può sviluppare, bruciando completamente. I buoni focolari ordinari non utilizzano che una frazione $\eta = 0{,}65 \div 0{,}75$ del potere calorifico. Quindi per produrre una quantità di calore M con un combustibile di potere calorifico p, occorrono:

$$\frac{M}{\eta\, p} \text{ kg. di combustibile.}$$

Determinazione del potere calorifico.

a) Metodo di Berthier. Si metta in un crogiuolo 1 grammo del combustibile polverizzato e mescolato intimamente con 30 ÷ 40 gr. di litargirio, distendendo sulla miscela altri 20 ÷ 30 gr. di litarg.; e coperto il crogiuolo, lo si ponga in un fornello con fuoco vivissimo per circa $^1/_4$ d'ora. Dal crogiuolo si cava una culatta di piombo. Se q è il peso in grammi del piombo, si ha approssimatamente il potere calorifico p:

$$p = 234\ q.$$

b) In base alla composizione chimica del combust. Se C, H, O, U rappresentano il peso in kg. del carbonio, idrog., ossig. ed acqua contenuti in 1 kg. di combustibile, si avrà:

$$p = 8100\ C + 34500 \left(H - \frac{O}{8} \right) - 640\ (U + 9\ H).$$

Temperatura delle fiamme. — Massima temperatura in fornelli a gas senza disperdimento di calore, nè eccesso d'aria, 2500°. Fornelli ordi-

nari a combustibili solidi e con un volume d'aria doppio del teorico, 800° ÷ 1000°. Con combustibili gasosi o liquidi, aria non > 1 1/6 il volume teorico, 1200° ÷ 1500°.

XVI Tabella relativa ai combustibili

Combustibile	Potere calorifico in calorie	Peso di 1mc in k. (i combust. solidi supposti in pezzi)	Volume d'aria teorico in mc. per 1 kg. di combust.	Ceneri %
Carbon fossile	7000 ÷ 8000	800 ÷ 850	8,7	4 ÷ 8
Lignite nera	6000 ÷ 6500	750 ÷ 800	7,5	5 ÷ 12
Lignite bruna	5000 ÷ 5500	600 ÷ 700	5,7	10 ÷ 15
Torba ordinaria	3500 ÷ 4000	200 ÷ 250	4,9	10 ÷ 20
Torba essiccata	4500 ÷ 5000	180 ÷ 200	6,1	10 ÷ 20
Legna ordinaria	3000	340 ÷ 450	4,6	4 ÷ 5
Legna essiccata	4000	280 ÷ 350	5,7	4 ÷ 5
Coke metallurgico	7100	400 ÷ 450	8,0	4 ÷ 9
Coke delle offic. da gas.	6900	300 ÷ 350	7,5	10 ÷ 15
Carbone di torba	6500	250 ÷ 320	7,2	15 ÷ 20
Carbone di legna	6500 ÷ 7000	200 ÷ 250	6,1	6 ÷ 8
Gas illuminante	11000 ÷ 12000	0,50 ÷ 0,70	15,0	—
Petrolio	11000 ÷ 12000	750 ÷ 850	12,0	—
Mattonelle	7500	900 ÷ 1100	8,2	7 ÷ 10
Ossido di carbonio	2400	1,26	4,0	—
Gas degli alti forni	1070	1,00	0,8	—
Idrogeno	29100	0,089	28,0	—
Alcool	6850	800	8,3	—

2. APPLICAZIONI DEL CALORE

8. *Riscaldamento e ventilazione degli ambienti.*

a) Quantità di calore necessaria pel riscaldamento d'un ambiente.

1) Calore necessario per riscaldare di t^0 1mc d'aria $= 0{,}31\ t$ calorie.

2) Quantità di calore C (in calorie all'ora) necessaria per compensare le perdite attraverso alle pareti dell'ambiente, essendo M la superficie delle pareti in mq., F la superficie delle vetriate e della porte (comunicanti coll'esterno o con locali non riscaldati) e t la differenza fra la temperatura interna ed esterna:

$$C = \alpha\ (m\ M + f\ F)\ t$$

$\alpha = 1$ se il riscaldamento è continuo; 1,2 se intermittente;

m in media $= 0{,}9$ (vedi meglio al N. **13**); $f = 3$ per vetri semplici, $f = 1{,}5$ per vetri doppi e per porte e pareti di legno.

Nel valore di M si calcoleranno anche il pavimento, il soffitto e i muri di divisione con altri locali, solamente quando i locali inferiori, superiori, o attigui non sieno ugualmente riscaldati.

Nei locali affollati e illuminati, il calore da fornirsi all'ora va diminuito di 120 calorie per ogni persona, 100 calorie per ogni candela e 800 ÷ 1400 calorie per ogni fiamma di gas da 120 ÷ 200 litri all'ora.

3) Quantità totale di calore W da fornirsi all'ora a un ambiente, in cui, sia con un sistema di ventilazione, sia colla chiamata dei caminetti o d'altri apparecchi di riscaldamento, si introducano V^{mc} d'aria all'ora, presa alla temperatura esterna:

$$W = C + 0{,}31\ Vt.$$

Il consumo di combustibile corrispondente, se p è il suo potere calorifico ed η il coefficiente di effetto utile dell'apparecchio di riscaldamento, sarà di $\frac{W}{\eta p}$ kg.

4) Per una calcolazione approssimata, si potranno ritenere come media durante un inverno i seguenti valori di C, per riscaldamento a 15° di grandi ambienti, con ventilazione ordinaria:

locali ben riparati: 1200 ÷ 1500 calorie all'ora per ogni 100^{mc} di ambiente (consumo medio, con buoni apparecchi, almeno 0,75 ÷ 1 kg. di carbon fossile o coke, o 1,5 ÷ 2,0 kg. di legna all'ora);

locali poco riparati: 1500 ÷ 2000 calorie all'ora per ogni 100^{mc} di ambiente (combustibile circa 1,25 ÷ 1,5 volte il precedente).

Pel calcolo di t si avrà riguardo alla seguente tabella:

XVII. — **Temperature medie ed estreme in Italia**

Città	Temperature medie				Temp. estreme	
	Inverno	Primav.	Estate	Autunno	Minima	Massima
Bologna	4,0	14,1	23,9	14,3	— 8,2	39,5
Firenze	6,6	14,1	23,8	14,0	— 8,3	39,5
Genova	9,6	14,6	24,1	17,2	— 2,8	32,8
Milano.....	2,8	13,1	22,9	12,7	— 10,9	36,2
Napoli	9,1	14,6	23,3	16,5	— 4,2	35,2
Palermo	11,5	19,9	24,5	19,3	+ 2,0	40,4
Roma.....	2,8	14,4	23,7	15,8	— 6,0	35,5
Torino	2,1	12,2	21,8	11,8	— 15,5	34,0

b) Caminetti. — Caminetti ordinari (riscaldamento per semplice irradiazione di calore): effetto utile 8 ÷ 10 %.

Caminetti a ventilaz.: si prende aria dall'esterno per riscaldarla a contatto del focolare e della canna del fumo; eff. utile 20 ÷ 30 %.

Dimensioni. - Secondo che la capacità della camera varia fra 30 e 200 mc. si farà: larghezza del focolare da $0^m{,}45$ a $0^m{,}75$; profondità $0^m{,}30 \div 0^m{,}40$; altezza del frontale sulla soglia $0^m{,}50 \div 0^m{,}60$; bocca del caminetto $0^m{,}75 \div 1^m{,}50$ di largh. per $0^m{,}70 \div 1^m$ di altezza. Sez. della gola, o canna del fumo $0^{mq}{,}05$ per ogni 100^{mc} di ambiente; sez. di passaggio dell'aria nei camin. a ventilaz. $0^{mq}{,}10$ per 100^{mc} di ambiente.

c) Stufe. — Stufe ordinarie con circolaz. d'aria e bocche di calore: 100^{mc} di ambiente riscaldato a 15° richiedono: superficie riscaldata della stufa (a contatto col fuoco e col fumo) $0^{mq}{,}6 \div 1^{mq}$; sezione del

condotto del fumo $0^{mq},005 \div 0^{mq},01$; sez. di passaggio dell'aria circolante attorno alla superf. riscaldata (che sarà bene prendere all'esterno) $0^{mq},015 \div 0^{mq},02$. Superf. della griglia $^1/_{10} \div ^1/_{60}$ della superf. riscaldata, per carbon fossile o coke; e $2 \div 3$ volte maggiore per la legna.

Stufe a gas: per ambienti di 50, 100, 200 mc. si richiedono 500, 700, 1000 litri di gas all'ora, con un tubo di 16, 20, 25 mm. di diam.

d) *Caloriferi ad aria calda.* — Si pongono in un locale separato, inferiore a quelli da riscaldare. L'aria circolante attorno alla superficie riscaldata si prende dall'esterno e serve alla ventilazione.

100^{mc} di ambiente riscaldato a 15°, con ventilaz. sufficiente a rinnovare l'ambiente una volta all'ora, richiedono: superf. riscaldata del calorifero $0^{mq},8 \div 1^{mq},6$; sezione del condotto del fumo $0^{mq},003 \div 0^{mq},004$; dei condotti d'aria $0^{mq},02 \div 0^{mq},04$; superficie della griglia $^1/_{70} \div ^1/_{80}$ della superf. riscaldata; consumo di carbon fossile o coke, circa $0^k,8$ a 1^k all'ora. — Se la superficie riscaldata è a nervature, la superficie di queste si calcolerà per metà.

Per una ventilazione maggiore della suindicata, si calcolerà una sezione addizionale dei condotti d'aria di $0^{mq},02 \div 0^{mq},04$ per ogni 100^{mc} d'aria chiamata all'ora; pel combustibile in più, vedi *h*) a pag. seg.

Massimo raggio d'azione di un calorifero ad aria calda $= 15^m$.

e) *Riscaldamento ad acqua calda a bassa pressione* (*Termosifone*). Temperatura massima dell'acqua $90° \div 100°$; temperatura minima al ritorno in caldaia $30° \div 40°$; pressione effettiva nella caldaia in atmosfere = altezza del tubo ascendente, divisa per 10.

Capacità libera nel vaso d'espansione (aperto) = almeno 0,05 del volume totale dell'acqua contenuta nella caldaia e nella tubazione.

Calore trasmesso per mq. di tubi, o stufe, all'ora $= 8 \div 9$ calorie per ogni grado di differenza fra le temperature dell'acqua e dell'ambiente. Si ha quindi, per locali scaldati a 15°: nel piano superiore, calore trasmesso per mq. di superficie all'ora, circa 600 calorie; nel piano inferiore circa 200; in media circa 400.

100^{mc} di ambiente da scaldarsi a 15° richiedono una superficie di tubi, o stufe, di:

$2^{mq},5 \div 3^{mq}$ in locali bene riparati
$3^{mq},5 \div 4^{mq}$ in locali poco riparati.

Superficie riscaldata della caldaia $= ^1/_{15} \div ^1/_{20}$ della superficie totale dei tubi. Area della griglia $= ^1/_{20} \div ^1/_{80}$ della superficie riscaldata.

f) *Riscaldamento ad acqua calda ad alta pressione* (*Perkins*). Temperatura massima dell'acqua $150° \div 200°$; temperatura minima al ritorno $60° \div 70°$; pressione effettiva in caldaia $= 4 \div 14$ atmosfere, più la pressione dovuta (come sopra) all'altezza del tubo ascendente.

Calore trasmesso per mq. di tubi all'ora come sopra. Quindi, per locali scaldati a 15°, il calore trasmesso per mq. di tubi all'ora è nel piano superiore circa 1200 calorie, nel piano inferiore 400, in media 800.

100^{mc} di ambiente scaldato a 15° richiedono una superficie di tubi di:

$1^{mq},25 \div 1^{mq},50$ in locali bene riparati
$1^{mq},50 \div 2^{mq},50$ in locali poco riparati.

Tubi di 25^{mm} di diametro esterno e $12^{mm},5$ di diam. interno; $^1/_6$ della lunghezza totale del circuito costituisce la caldaia, formando serpentino nel focolare.

Massima lunghezza d'un circuito $150^m \div 200^m$.

g) Riscaldamento a vapore.

Pressione 1,25 ÷ 1,5 atmosfere. 1^{mq} di superficie riscaldata di caldaia per 10 ÷ 15 kg. di vapore da prodursi all'ora, o altrimenti: superficie riscaldata della caldaia = $^1/_6 \div ^1/_{10}$ della superficie totale dei tubi. Area della griglia = $^1/_{25} \div ^1/_{35}$ della superficie riscaldata.

Tubi di $0^m,05 \div 0^m,20$ di diam., lisci o a nervature; si dispongono con una leggera pendenza in guisa che l'acqua di condensaz., possa affluire tutta ai tubi di ritorno, di $0^m,025 \div 0^m,03$ di diam., che vanno nel pozzetto d'onde si estrae l'acqua di alimentaz.; si può anche rimandarla in caldaia pei tubi stessi di vapore, inclinandoli verso la caldaia. — Stufe o cassette di ghisa a nervature.

Vapore condensato per mq. di superficie, in un ambiente mantenuto a 15°, kg. 1,10 ÷ 1,80 all'ora. Calore trasmesso 800 ÷ 1000 calorie.

100^{mc} di ambiente (a 15°) richiedono una superf. di tubi, o stufe, di:

$1^{mq},25 \div 1^{mq},50$ in locali bene riparati
$1^{mq},50 \div 2^{mq}$ in locali poco riparati.

La superficie delle nervature si calcolerà per metà.

Per vapore ad alta press. valgono approssim. gli stessi dati.

h) Ventilazione. — Volume d'aria ordinariamente assegnato per individuo e per ora:

Ospitali: sale comuni mc. 60; sale dei feriti 100; contagiosi 150; prigioni 50; opifici in genere 60; industrie insalubri 100; caserme, teatri, sale di riunione 30 ÷ 50; scuole 15 ÷ 30; stalle 180; locali d'abitazione 10. Per lampada o becco di gas $1^{mc},20 \div 2^{mc}$, per candela $0^{mc},20$.

Ventilazione per richiamo (mediante un camino di richiamo, scaldato dal condotto del fumo d'un apparecchio di riscaldamento nell'inverno, e da un focolare o da una o più fiamme di gas nell'estate). Sezione dei condotti d'aria da $0^{mq},02$ a $0^{mq},04$ per ogni 100^{mc} d'aria che passa all'ora, corrispondente a una velocità di $1^m,40 \div 0^m,70$; preferibili le piccole velocità, quindi le grandi sezioni. Consumo di combustibile per la sola ventilazione (indipendentemente dal riscaldamento) 0,15 ÷ 0,2 kg. di carbon fossile, o 150 ÷ 200 litri di gas per 100 mc. d'aria all'ora.

Calcolazione dei camini di richiamo, vedi N. ***14***.

9. Igrometria. — Quando l'aria alla temperatura t è satura di umidità, essa contiene per ogni mc.:

$$\gamma \text{ kg. di vapore, e } \frac{10330 - p}{29{,}3\ (273 + t)} \text{ kg. d'aria secca}$$

essendo γ e p la densità in kg. per mc. e la press. in kg. per mq. del vapore saturo alla temp. t (vedi tabella XVIII a pag. 61).

In pratica si può ritenere che l'aria al limite ordinario di secchezza contenga ancora circa 20 %, e in condizione media di umidità circa 50 % della quantità γ di vap. corrispondente alla saturazione.

10. Riscaldamento e vaporizzazione dei liquidi.

a) Riscaldamento in caldaie a fuoco diretto.

Consumo di calore per riscaldare fino alla temperatura t_1, o per vaporizzare alla temperatura t il liquido preso a t_0: vedi N.i **3** e **5**. Per l'acqua si calcoleranno circa $40 \div 50$ litri d'acqua fredda portati all'ebollizione, o $6 \div 9$ litri vaporizzati, per ogni kg. di buon carbon fossile, e la metà soltanto per ogni kg. di legna.

Se si tratta di evaporare all'aria libera, in caldaie scoperte, l'acqua contenuta in una soluzione da concentrare, si ha, essendo t la temperatura del liquido, P il peso d'acqua evaporata all'ora per mq. di superficie libera, M il consumo di calore richiesto per l'evaporazione e i disperdimenti, per ogni kg. d'acqua evaporata e supposto l'ambiente a una temperatura media di 15°:

Per t =	**20**	**30**	**40**	**50**	**60**	**70**	**80**	**90**	gr.
P =	0,30	0,60	1,0	1,7	2,7	4,3	6,6	10,0	kg.
M =	1370	1160	1070	840	760	720	690	660	cal.

b) Riscaldamento con un getto diretto di vapore. — Se t è la temperatura del vapore, si richiedono per scaldare ogni kg. di liquido da t_0 a t_1:

kg. di vapore: $P = \dfrac{c\,(t_1 - t_0)}{606{,}5 + 0{,}305\,t - t_1}$; ($c$ cal. spec. del liquido).

c) Riscaldamento a vapore per mezzo di serpentini e doppi fondi. — Se il liquido si riscalda senza bollire, si condensano $2 \div 2{,}5$ kg. di vapore per ora, per mq. di superficie di trasmissione, e per ogni grado di differenza fra la temperatura t del vapore e la media delle temperature estreme t_0 e t_1 del liquido. Consumo di vapore come in *c*).

Se il liquido bolle e vaporizza, si condensano $8 \div 9$ kg. di vapore per ora, per mq. e per ogni grado di differenza fra t e la temperatura di ebullizione θ del liquido. Consumo totale di vapore per ogni kg. di liquido preso a t_0 e vaporizzato a θ:

$$P = \frac{\lambda - ct_0}{606{,}5 + 0{,}305\,t - \theta}\text{; } (\lambda \text{ cal. di vaporizz., } c \text{ cal. spec. del liquido}).$$

11. Raffreddam. dei liquidi e condensaz. dei vapori.

a) Raffreddamento dei liquidi. — Raffreddando con una circolazione esterna d'acqua fredda, si calcoli che ogni mq. di superficie refrigerante sottragga $200 \div 300$ calorie all'ora per ogni grado di differenza tra le temperature medie, iniziale e finale, dei due liquidi, secondo l'attività della circolazione. — Quantità d'acqua a θ gradi necessaria per raffreddare 1 kg. di liquido da t_1 a t_0:

$$P = \frac{c\,(t_1 - t_0)}{t_0 - \theta}\text{ kg.; } (c \text{ calore specifico del liquido}).$$

Quando si raffredda un liquido facendolo circolare in tubi o vasi sottili esposti all'aria ambiente, si calcolerà una sottrazione di calore di $6 \div 8$ calorie se l'aria è stagnante, e di quasi il doppio se l'aria è rinnovata (con ventilatore o altrim.) per mq., per ora e per grado di differenza.

b) Condensazione dei vapori. — Quando la condensazione si fa in apparecchi esposti all'aria ambiente, si calcoli una perdita di 11 ÷ 13 calorie per mq., per ora, e per ogni grado di differenza fra le temperature del vapore e dell'ambiente, se l'aria è stagnante (corrisponde a 1,5 ÷ 1,8 kg. di vapor d'acqua condensato per mq. e per ora); e di 18 ÷ 26 calorie se l'aria è rinnovata più o meno rapidamente (corrisponde a 2,4 ÷ 3,5 kg. di vap. d'acqua condensato per mq. e per ora). Con una ventilazione meccanica energica si arriva a condensare sino a 8 ÷ 12 kg. di vap. d'acqua per mq. all'ora.

Quando si condensa invece con una circolazione d'acqua fredda, la perdita è di 900 ÷ 1100 calorie (ossia circa 1,5 ÷ 2 kg. di vap. d'acqua condensato) per mq., per ora, e per grado di differenza fra la temperatura del vapore e la media delle temperature estreme dell'acqua.

Quantità d'acqua a θ gradi necessaria per condensare, per miscela diretta, 1 kg. di vapore, raffreddandolo fino a t_0:

$$P = \frac{\lambda - c t_0}{t_0 - \theta} \text{ kg. } (\lambda \text{ cal. di vaporizz., } c \text{ cal. spec. del liquido}).$$

Condensando invece con acqua circolante all'esterno, per mezzo di serpentini o di tubi, si richiede una quantità d'acqua circa doppia.

12. Asciugamento ed essiccamento.

Umidità contenuta in diversi corpi, in frazione % del loro peso: Tessuti di lino, seta, cotone: dopo la spremitura 80 ÷ 100 %; dopo il passaggio al torchio 50 ÷ 60 %; dopo il passaggio all'idroestrattore 30 ÷ 35 %. — Lana il doppio. — Legna verde 40 ÷ 50 %; legna stagionata all'aria 25 ÷ 30 %; torba stagionata all'aria 20 ÷ 30 %; coke e carbon di legna dopo lunga esposizione all'aria 8 ÷ 10 %. — Bozzoli freschi 200 %. — Colla in gelatina 70 ÷ 80 %. — Orzo germinato (fabbr. di birra) 35 ÷ 40 %. — Cereali 25 ÷ 30 %. — Legumi 40 ÷ 80 %.

Temperatura massima ammissibile negli essiccatoi: per legna e torba 160° ÷ 200°; materie tessili, bozzoli 80° ÷ 100°; cereali, legumi 50° ÷ 60°; colla 35°.

Calcolo di un essiccatoio ad aria calda. — Sia t_0 la temperatura dell'aria esterna; t_1 la temp. dell'aria calda (la massima ammissibile) alla sua entrata nell'essiccatoio; t la sua temp. all'uscita; P il peso d'acqua da evaporare all'ora in kg.; γ_0, γ il peso di 1^{mc} di vapore alle temp. t_0, t; p_0, p le pressioni corrispondenti in kg. per mq. (vedi tabella XVIII a pag. seg.).

Si calcoli prima il calore necessario per elevare di 1° la temperat. di 1^{mc} d'aria, supposta satura di vapore, a t_0:

$$c = 0{,}24 \frac{10330 - p_0}{29{,}3\ (273 + t_0)} + 0{,}48\ \gamma_0.$$

Quindi si assume, per un primo tentativo, un valore di t compreso fra t_1 e t_0, e si calcoli p colla:

$$p = \frac{p_0 + 0{,}08\ (273 + t_0)\ c\ (t_1 - t)}{1 + 0{,}000008\ (273 + t_0)\ c\ (t_1 - t)}$$

Se il p trovato corrisponde, nella tabella XVIII, al t supposto, non si farà altro tentativo; se no, si prenderà come secondo valore di t quello corrispondente al p trovato, e con esso si ricalcolerà p.

Si potrebbe anche valersi invece, senza tentativi, della formola empirica del prof. Grassi:

$$t = 38 \log \frac{t_1}{10}$$

cercando quindi sulla tab. XVIII il valore corrispondente di p.

Dopo ciò si ha il volume d'aria a t_0 da mandare all'ora:

$$V_0 = 46{,}5\ (273 + t_0)\ \frac{10330 - p}{10330\ (p - p_0)}\ P$$

e il calore da spendere all'ora per scaldarla da t_0 a t_1:

$$C = c V_0\ (t_1 - t_0) \text{ calorie}$$

a cui è da aggiungere il calore disperso dalle pareti, dal pavimento e dal soffitto dell'essiccatoio, coi dati del seguente N. **13**.

XVIII Tabella

Peso specifico e pressione del vapor d'acqua fra 0° e 100°

Temp. t centigr.	Pressione p in mm. mercurio	Pressione p in kg. per mq.	Peso γ di 1 mc. in kg.	Temp. t centigr.	Pressione p in mm. mercurio	Pressione p in kg. per mq.	Peso γ di 1 mc. in kg.
0	4,60	63,0	0,0050	**50**	91,98	1250	0,0834
5	6,53	88,9	0,0070	**55**	117,48	1597	0,1046
10	9,16	124,0	0,0095	**60**	148,79	2023	0,1312
15	12,70	172,7	0,0130	**65**	186,94	2542	0,1623
20	17,39	238,0	0,0175	**70**	233,09	3169	0,1993
25	23,55	320,2	0,0231	**75**	288,50	3922	0,2440
30	31,55	429,0	0,0309	**80**	354,64	4822	0,2958
35	41,83	568,8	0,0397	**85**	433,02	5887	0,3573
40	54,91	746,6	0,0512	**90**	525,45	7144	0,4286
45	71,40	970,7	0,0657	**100**	760,00	10330	0,6061

13. Disperdimenti di calore.

Per irradiazione. — Il calore perduto da ogni mq. di superf. di un corpo per irradiazione nell'aria ambiente varia secondo la differenza $t - t_0$ fra le temp. del corpo e dell'ambiente. Chiamando L_1 il calore perduto per mq., per ora e per ogni grado di differenza fra t e t_0, si ha, quando $t_0 = 10° \div 20°$, secondo i sottoindicati valori di k:

per $t - t_0 =$ gr.	20	40	60	80	100	120	140	160	190	220	250
$L_1 =$ calorie....	1,2k	1,3k	1,4k	1,55k	1,65k	1,8k	2k	2,2k	2,5k	2,9k	3,4k

Metalli lucidi.....	$k = 0{,}2$	Nerofumo	$k = 4{,}0$
Latta, lamiera stagnata o zincata.....	0,6	Vernici; stoffe cotone, lana, seta; carta, legno, sabbia, malta, gesso....	3,7
Lamiera nuda, ghisa, vetro, carbone.....	3,2	Acqua	5,3

Alla perdita L_1 va aggiunto il calore L_2 perduto per contatto coll'aria, il quale, per superfici cilindriche, piane o sferiche di dimensioni ordinarie, e dato in media, per mq., per ora e per grado di differenza, da:

per $t - t_0 =$ gradi	20	40	60	80	100	120	140	160	190	220	250
$L_2 =$ calorie.....	3	3,4	3,6	3,9	4,1	4,2	4,4	4,5	4,7	4,9	5,1

Per trasmissione attraverso a pareti. — Calore trasmesso per mq., per ora e per grado di differenza fra le temperat. interna ed esterna:

Pareti di muratura	spessore pareti m.	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
	calorie trasmesse.	2,3	1,7	1,2	0,9	0,7	0,6

Pavimenti sopra locali sotterranei, calorie $1 \div 1,5$; pavim. sopra sucali fuori terra, $0,5 \div 0,8$; soffitti $0,8 \div 2$; vetri semplici 3; doppi 1,5; porte e pareti di legno, $1,5 \div 2$. — Lastre metalliche: fra aria e aria, da 8 a 14 calorie; per acqua, o vapore, vedi N.i ***8-11***.

Condensazione nelle condotte di vapore. — Nelle condotte di vapore esposte all'aria tranquilla si condensano kg. $1,60 \div 1,80$ di vapore per mq. e per ora, se la condotta è di ghisa o di ferro; e la metà circa, se il tubo è di rame o d'ottone terso (vedi N. ***11***, *b*, pag. 60).

Se la condotta è inviluppata di una buona sostanza coibente (feltro o lana) la quantità di vap. condensato si riduce circa come segue:

vapore condensato.....:	**0,30**	**0,20**	**0,10**	**0,07**	del valore precedente
per un inviluppo di...:	12	25	50	100	mm. di spessore.

Materie coibenti: feltro, lana minerale, segatura di legno, argilla, sughero, amianto, cenere, coke sminuzzato, aria stagnante; loro valore relativo di coibenza: 1; 0,8; 0,7; 0,5; 0,5; 0,4; 0,35; 0,3; 0,15.

14. Camini (per camini d'officina vedi « Caldaie a vapore »).

Camini ordinari. — Sia H l'altezza del camino in m., A la sezione in mq., t la temperatura del fumo, Q il volume in mc. al 1° dell'aria fredda necessaria alla combustione. — Pei casi ordinari in cui $t = 150°$ a $300°$ e $H = 15 \div 35$ m., si ha approssimatamente:

$$Q = 0,75\, A \sqrt{\frac{H\,t}{273 + t}};$$ d'onde Q, dato A, o viceversa.

Camini di richiamo per ventilare ambienti mediante un focolare alla base del camino. Sia t l'eccesso di temperatura da produrre nel camino per aspirare un volume Q d'aria al 1°, P il consumo in kg. al 1° di combustibile di poter calorifico p, v la velocità dell'aria nel camino in m. al 1°. Si ha:

$$Q = Av = mA\sqrt{Ht}; \quad P = \frac{0,3\,Qt}{p}$$

$m = 0,2$ se l'ambiente è immediato al camino: $m = 0,07 \div 0,15$, se l'aria arriva da condotti più o meno lunghi. — Fissando H, v, oppure H, t, si cavano A, P. D'ordinario $v = 2 \div 4$ m. al 1°; $t = 20° \div 40°$.

Costruzione dei camini: vedi « Caldaie a vapore. »

3. ELETTRICITÀ

15. Unità elettromagnetiche pratiche.

Resistenza: unità l'*Ohm* (resistenza di una colonna di mercurio di 1^{mmq} di sezione, alta $1^{m},06$ a 0^{o}; o di un filo di rame puro di 1^{mm} di diametro, lungo circa $48^{m},60$, a 0^{o}). — I *Megohm* = 1000000 Ohm. — L'*Unità Siemens* (resistenza di una colonna di mercurio di 1^{mmq} di sezione, alta 1^{m}, a 0^{o}) è = 0,944 Ohm.

Forza elettromotrice (FEM): unità il *Volt* (la *FEM* di un elemento Daniell con soluzione semisatura di solfato zinco è 1,079 Volt).

Intensità di corrente: unità l'*Ampère* (intensità di corrente prodotta dalla *FEM* di 1 Volt in un circuito di 1 Ohm di resistenza).

Quantità di elettricità: unità il *Coulomb* (quantità che percorre un circuito al $1''$, quando l'intensità della corrente è 1 Ampère); 1 Ampère-secondo = 1 Coulomb; 1 Ampère-ora = 3600 Coulomb.

Capacità: unità il *Farad* = 1000000 *Microfarad* = capacità di un condensatore che, caricato di 1 Coulomb, si eleva al potenziale di 1 Volt.

Energia: unità il *Watt* (lavoro di 1 Ampère colla *FEM* di 1 Volt):

1 Watt (o Voltampère) = $\frac{1}{g}$ kgm. al $1''$ (g acceleraz. gravità).

Per $g = 9^{m},81$, $1^{w} = 0,102$ kgm. al $1'' = 0^{cav},00136$; $1^{cav} = 736^{w}$.

(Es.: 1 Amp. a 50 Volt = 50 Watt = 0,068 cav.).

16. Legge di Ohm. — Se J è l'intensità della corrente che percorre un conduttore di resistenza R in causa di una forza elettromotrice E, si ha:

$$J = \frac{E}{R}$$

Nel punto di concorso di più conduttori, la somma delle intensità delle correnti dirette verso il medesimo, meno la somma di quelle che se ne allontanano, è = zero.

17. Resistenza dei conduttori. — La resistenza di un conduttore di L^{m} di lunghezza e a^{mmq} di sezione è

$$R = \rho \frac{L}{a}$$

in cui ρ è il *coefficiente di resistenza* (resistenza per 1^{m} di lunghezza e 1^{mmq} di sezione). Il *coefficiente di resistenza* è = 10000 volte la *resistenza specifica* (resist. fra le facce opposte di un cubo di un 1 cm. di lato).

Quando un conduttore è suddiviso in due o più rami di resistenza r_1, r_2, r_3...., la resistenza complessiva è:

$$R = \frac{1}{1/r_1 + 1/r_2 + 1/r_3 + \cdots}$$

L'aumento di temperatura aumenta la resistenza nei metalli e la diminuisce nei carboni e nei liquidi.

La conduttività è l'inversa della resistenza.

XIX Tabella. — Resistenza dei conduttori

Natura del conduttore	Temperatura	Resistenza per 1^m di lungh. e 1^{mmq} di sezione Ohm	Variazione di resistenza per ogni grado di maggior temperat. (fra 0° e 100°)
Acciaio	0°	0,0991	+ 0,68 % circa
Alluminio (ricotto)	»	0,0294	+ 0,365 »
Antimonio	»	0,359	+ 0,389 »
Argentano o *pack/ong*	»	0,212	+ 0,014 »
Argento (ricotto)	»	0,0152	+ 0,377 »
Bismuto	»	1,327	+ 0,354 »
Bronzo fosforoso	»	0,0510	+ 0,388 »
Carbone Carré per lampade ad arco	freddo	39,27	— 0,05 »
Carbone delle lamp. Edison.	freddo incand.	52 ÷ 56 23 ÷ 26	
Carbone Siemens per lampade ad arco	freddo	80 ÷ 100	
Ferro (ricotto)	0°	0,0982	+ 0,63 »
Grafite	fredda	25 ÷ 38	
Mercurio	0°	0,956	+ 0,072 »
Nichelio (ricotto)	»	0,126	+ 0,63 »
Oro (ricotto)	»	0,0208	+ 0,365 »
Ottone	»	0,0826	+ 0,388 »
Piombo	»	0,198	+ 0,387 »
Platino (ricotto)	»	0,0916	+ 0,365 »
Rame puro (ricotto)	»	0,0162	+ 0,388 »
Rame puro (incrudito)	»	0,0165	+ 0,388 »
Stagno	»	0,134	+ 0,365 »
Zinco	»	0,0569	+ 0,365 »
Acqua pura	4°	91000000000	
	11°	3400000000	
	22°	700000	
Soluz. di solf. rame	semi sat.	10° 430000	
	satura ..	» 290000	
Soluz. di solf. zinco	semi sat.	» 300000	
	satura ..	» 337000	
Ac. solforico diluito	dens. 1,10	12° 9250	
	dens. 1,40	» 11600	
	dens. 1,70	» 51200	

Resistenza dei fili di rame. — La tab. XX a pag. seg. ne dà, per le diverse scale, il peso e la resistenza, supposto il rame puro. I fili del commercio (rame elettrolitico) hanno una conduttività = 0,92 ÷ 0,98 di quella del rame puro; quindi bisogna aumentare la resistenza della tabella di 8 ÷ 2 %, in media 5 %.

Isolanti. — Secondo il loro potere isolante, sono nell'ordine seguente: aria secca, vetro, paraffina, ebanite, caucciù, gommalacca, guttaperca, mica. Per la guttaperca si esige d'ordinario un minimo di resistenza di 200×10^{12} Megohm per cmc.

XX Tabella. — Peso e resistenza dei fili di rame

Scala millimetrica								Scala del Board of Trade (*BTSWG*)					Scala di Birmingham (*BWG*)				
Diametro mm.	Sez. mmq.	Peso al km. kg.	Resist. al km. Ohm.	Diametro mm.	Sez. mmq.	Peso al km. kg.	Resist. al km. Ohm	Numero	Diam. mm.	Sez. mmq.	Peso al km. kg.	Resist. al km. Ohm	Numero	Diam. mm.	Sez. mmq.	Peso al km. kg.	Resist. al km. Ohm
0,3	0,071	0,629	226,02	**2,7**	5,73	50,96	2,79	**5**	5,38	22,77	202,68	0,73	**5**	5,59	24,54	217,9	0,65
0,4	0,126	1,118	127,14	**2,8**	6,16	54,80	2,59	**6**	4,88	18,68	166,24	0,89	**6**	5,16	20,91	185,3	0.76
0,5	0,196	1,747	81,37	**2,9**	6,61	58,79	2,42	**7**	4,47	15,69	139,69	1,06	**7**	4,57	16,40	145,7	0,97
0,6	0,283	2,516	56,50	**3,0**	7,07	62,91	2,25	**8**	4,06	12,98	115,44	1,29	**8**	4,19	13,79	122,6	1,16
0,7	0,385	3,425	41,51	**3,1**	7,55	67,17	2,12	**9**	3,66	10,51	93,51	1,59	**9**	3,76	11,10	98,6	1,44
0,8	0,503	4,474	31,78	**3,2**	8,04	71,58	1,99	**10**	3,25	8,30	73,89	2,01	**10**	3,40	9,08	80,8	1,76
0,9	0,636	5,662	25,11	**3,3**	8,55	76,12	1,87	**11**	2,95	6,70	60,40	2,45	**11**	3,05	7,31	67,8	2,18
1,0	0,785	6,990	20,34	**3,4**	9,08	80,80	1,76	**12**	2,64	5,48	48,33	3,05	**12**	2,77	6,03	53,5	2,65
1,1	0,950	8,458	16,81	**3,5**	9,62	85,63	1,66	**13**	2,34	4,29	38,19	3,90	**13**	2,41	4,56	40,6	3,50
1,2	1,13	10,07	14,13	**3.6**	10,18	90,59	1,57	**14**	2,03	3,21	28,86	5,15	**14**	2,11	3,50	31,0	4,60
1,3	1,33	11,81	12,04	**3,7**	10,75	95,69	1,49	**15**	1,83	2,63	23,38	6,36	**15**	1,83	2,63	23,4	6,36
1,4	1,54	13,70	10,38	**3,8**	11,34	100,94	1,41	**16**	1,63	2,08	18,47	8,05	**16**	1,65	2,14	18,9	7,45
1,5	1,77	15,73	9,04	**3,9**	11,95	106,32	1,34	**17**	1,42	1,59	14,14	10,52	**17**	1,47	1,70	14,44	9.40
1,6	2,01	17,89	7,95	**4,0**	12,57	111,84	1,27	**18**	1,22	1,17	10,39	14,35	**18**	1,24	1,21	10,81	13,18
1,7	2,27	20,20	7,04	**4,2**	13,85	123,30	1,15	**19**	1,02	0,81	7,22	20,62	**19**	1,07	0,90	7,97	17,31
1,8	2,54	22,65	6,28	**4,4**	15,21	135,33	1,05	**20**	0,91	0,66	5,84	25,45	**20**	0,89	0,62	5,51	25,78
1,9	2,83	25,23	5,63	**4,6**	16,62	147,91	0,96	**21**	0,81	0,52	4,59	32,21	**21**	0,81	0,52	4,59	32,21
2,0	3,14	27,96	5,09	**4,8**	18,10	161,05	0,88	**22**	0,71	0,40	3,54	42,07	**22**	0,71	0,40	3,54	42,07
2,1	3,46	30,83	4,61	**5,0**	19,63	174,75	0,81	**23**	0,61	0,29	2,60	57,27	**23**	0,64	0,32	2,81	49,80
2,2	3,80	33,83	4,20	**5,2**	21,24	189,01	0,75	**24**	0,56	0,26	2,29	68,15	**24**	0,56	0,26	2,29	68,15
2,3	4,15	36,98	3,85	**5,4**	22,90	203,83	0,70	**25**	0,51	0,20	1,80	82,46	**25**	0,51	0,20	1,80	82,46
2,4	4,52	40,26	3,53	**5,6**	24,63	219,21	0,65	**26**	0,46	0,16	1,46	101,81	**26**	0,46	0,16	1,46	101,81
2,5	4,91	43,69	3,25	**5,8**	26,42	235,14	0,60	**27**	0,42	0,14	1,21	122,65	**27**	0,41	0,13	1,16	132,08
2,6	5,31	47,25	3,01	**6.0**	28.27	251,64	0,56	**28**	0,38	0,11	0,99	150,59	**28**	0,36	0,10	0,90	165,65

18. Lavoro meccanico equivalente a una corrente. – Il lavoro compiuto o richiesto da una corrente di J Ampère con una *FEM* di E Volt in un conduttore di R Ohm di resistenza è $= EJ$ Watt; e quindi è dato, in kgm. al 1″, da:

$$L = \frac{EJ}{g} = \frac{J^2 R}{g}. \text{ Per } g = 9^{m},81,\ L = 0{,}102\ EJ = 0{,}102\ J^2 R;$$

oppure in cavalli: 0,00136 EJ.

19. Calore svolto in un conduttore. — È dato dalla:

$$C = 0{,}00024\ EJ = 0{,}00024\ J^2\ R \text{ calorie al } 1'' \text{ (vedi N. 2).}$$

La conseguente elevazione di temperatura in un conduttore di p kg. di peso e di calore specifico c (N. 3) sarebbe quindi di:

$$t = \frac{0{,}00024\ J^2 R}{cp} \text{ gradi centigradi.}$$

20. Limite di corrente per mmq. di sezione dei conduttori. — Per evitare il riscaldamento, non conviene oltrepassare i limiti massimi seguenti:

Conduttori aerei, nudi.....	$4 \div 5$	Ampère per mmq.
Conduttori rivestiti, liberi	$2 \div 3$	» »
Conduttori interrati o sotto piombo..	$1 \div 2$	» »

D'ordinario non si assegna più di $1 \div 1{,}5$ Ampère per mmq.

21. Polarità, senso del movimento e linee di forza dei magneti e dei circuiti.

Polarità degli elettro magneti. — Nuotando colla corrente e guardando il magnete, il polo nord trovasi a sinistra. Guardando lungo il magnete nella direzione dal polo sud al nord, la corrente circola nel senso di un orologio.

Azioni reciproche delle correnti fra loro. — Le correnti dirette nello stesso senso si attraggono, quelle in senso contrario si respingono.

Azioni reciproche fra correnti e magneti. — Nuotando colla corrente e guardando il magnete, il movimento dell'una o dell'altro son sempre tali che il polo nord del magnete si porta a sinistra.

Linee di forza. — *Nei conduttori:* guardando il conduttore nella direzione stessa della corrente, le linee di forza son concentriche al conduttore e dirette nel senso del movimento d'un orologio. – *Nei magneti:* le linee di forza son dirette da sud a nord entro il magnete e da nord a sud nel campo magnetico. – *Nei circuiti chiusi:* guardando il circuito dalla parte dalla quale si vede circolare la corrente nel senso d'un orologio, le linee di forza sono dirette come in un magnete che abbia il polo sud dal lato dell'osservatore.

Correnti indotte. — *Legge di Lenz:* il senso della corrente indotta è sempre tale da opporsi al movimento che la produce. – *Metodo delle linee di forza:* guardando nel senso delle linee di forza induttrici, la corrente indotta è nel senso di un orologio, se il numero delle linee di forza, che il circuito taglia, è decrescente; è invece in senso opposto

all'orologio nel caso contrario. - *Regola di Ampère:* se chi nuota nel circuito indotto, guardando nel senso delle linee di forza induttrici, è trascinato a destra, esso nuota nel senso della corrente indotta; se è trascinato a sinistra, nuota in senso contrario.

22. Pile idroelettriche. — Forza elettromotrice E e resistenza R dei tipi più comuni di pile idroelettriche:

Daniell, con zinco amalgamato in una soluzione semisatura di solfato zinco, e rame in una soluzione satura di solfato rame: $E = 1{,}079$ Volt nelle prime ore, 1,07 in seguito; $R = 1{,}5 \div 2{,}8$ Ohm secondo la grandezza.

Bunsen, con zinco amalgamato in acido solforico allungato e carbone nell'acido nitrico: $E = 1{,}80 \div 1{,}90$ Volt; $R = 0{,}10 \div 0{,}20$ Ohm secondo la grandezza.

Leclanché, con zinco amalgamato in cloridrato d'ammoniaca, e carbone rivestito di biossido di manganese: $E = 1{,}48$; $R = 0{,}9 \div 1{,}8$.

Pila al bicromato, con zinco amalgamato in acido solforico allungato e carbone in una soluzione d'acido solforico e bicromato potassa: $E = 2 \div 2{,}2$; $R = 0{,}3 \div 0{,}5$.

23. Accumulatori. — Sistema ordinario a lastre di piombo: dati principali:

Tensione alla carica 2,5 Volt; tensione iniziale alla scarica 2 Volt; finale 1,8 Volt.

Corrente normale di carica per kg. di piombo: si può andare sino a $1{,}5 \div 2$ Ampère, ma non conviene oltrepassare 0,75 Ampère.

Corrente normale di scarica per kg. di piombo: si può andare sino a $2 \div 2{,}5$ Ampère, ma non conviene oltrepassare 1 Ampère.

Capacità massima normale per kg. di piombo: 6 Ampère-ora = 6×3600 Coulomb = circa 4000 kgm.-ora = 0,015 cav.-ora. La capacità massima può elevarsi a $8 \div 10$ Amp.-ora, ma non conviene raggiungerla per non compromettere la durata delle lastre.

Il peso del piombo rappresenta $70 \div 80$ % (dai piccoli ai grandi accumulatori) del peso totale.

Energia dispon. alla scarica = $70 \div 80$ % di quella versata nella carica.

Manutenzione annua = $5 \div 10$ % del costo iniziale.

24. Elettrolisi. — Quantità di diversi corpi liberati dalla corrente in un bagno elettrolitico:

	Grammi per Coulomb	Grammi per Ampère-ora
Argento	0,0011800	4,0250
Ferro (ferrico)	0,0001936	0,6968
Idrogeno	0,0000104	0,0374
Nichelio	0,0003042	1,0953
Oro	0,0006791	2,4448
Ossigeno	0,0000829	0,2984
Piombo	0,0010716	3,8578
Platino	0,0010220	3,6790
Rame (cuprico)	0,0003271	1,1770
Stagno (stannico)	0,0003058	1,1009
Zinco	0,0003370	1,2133

XXI Tabella

Valori di $h = \frac{v^2}{2g}$ per valori di v compresi fra 0 e 55^m ($g = 9{,}81$)

v	h	v	h	v	h	v	h	v	h
0,05	0,000	2,00	0,204	4,9	1,224	8,8	3,947	23,5	28,15
0,10	0,000	2,05	0,214	5,0	1,274	8,9	4,038	24,0	29,36
0,15	0,001	2,10	0,225	5,1	1,326	9,0	4,129	24,5	30,59
0,20	0,002	2,15	0,236	5,2	1,378	9,1	4,221	25,0	31,86
0,25	0,003	2,20	0,247	5,3	1,435	9,2	4,314	25,5	33,16
0,30	0,005	2,25	0,258	5,4	1,486	9,3	4,409	26,0	34,45
0,35	0,006	2,30	0,270	5,5	1,542	9,4	4,504	26,5	35,81
0,40	0,008	2,35	0,281	5,6	1,599	9,5	4,600	27,0	37,16
0,45	0,010	2,40	0,294	5,7	1,656	9,6	4,698	27,5	38,57
0,50	0,013	2,45	0,306	5,8	1,685	9,7	4,796	28,0	39,96
0,55	0,015	2,50	0,319	5,9	1,774	9,8	4,896	28,5	41,42
0,60	0,018	2,55	0,332	6,0	1,835	9,9	4,996	29,0	42,86
0,65	0,022	2,60	0,345	6,1	1,897	10,0	5,097	29,5	44,38
0,70	0,025	2,65	0,358	6,2	1,959	10,5	5,619	30	45,87
0,75	0,029	2,70	0,372	6,3	2,023	11,0	6,167	31	48,98
0,80	0,033	2,75	0,386	6,4	2,088	11,5	6,741	32	52,19
0,85	0,037	2,80	0,400	6,5	2,154	12,0	7,339	33	55,50
0,90	0,041	2,85	0,414	6,6	2,220	12,5	7,964	34	58,92
0,95	0,046	2,90	0,429	6,7	2,288	13,0	8,614	35	62,44
1,00	0,051	2,95	0,444	6,8	2,357	13,5	9,289	36	66,06
1,05	0,056	3,0	0,459	6,9	2,427	14,0	9,990	37	69,78
1,10	0,062	3,1	0,490	7,0	2,498	14,5	10,716	38	73,60
1,15	0,067	3,2	0,522	7,1	2,570	15,0	11,468	39	77,52
1,20	0,073	3,3	0,555	7,2	2,642	15,5	12,245	40	81,55
1,25	0,080	3,4	0,589	7,3	2,716	16,0	13,048	41	85,68
1,30	0,086	3,5	0,624	7,4	2,791	16,5	13,876	42	89,91
1,35	0,093	3,6	0,661	7,5	2,867	17,0	14,730	43	92,24
1,40	0,100	3,7	0,698	7,6	2,944	17,5	15,609	44	98,67
1,45	0,107	3,8	0,736	7,7	3,022	18,0	16,514	45	103,21
1,50	0,115	3,9	0,775	7,8	3,101	18,5	17,444	46	107,85
1,55	0,122	4,0	0,815	7,9	3,181	19,0	18,400	47	112,59
1,60	0,130	4,1	0,857	8,0	3,262	19,5	19,381	48	117,43
1,65	0,139	4,2	0,899	8,1	3,344	20,0	20,39	49	122,38
1,70	0,147	4,3	0,942	8,2	3,427	20,5	21,42	50	127,42
1,75	0,156	4,4	0,987	8,3	3,512	21,0	22,48	51	132,58
1,80	0,165	4,5	1,032	8,4	3,597	21,5	23,56	52	137,84
1,85	0,174	4,6	1,078	8,5	3,683	22,0	24,67	53	143,49
1,90	0,184	4,7	1,126	8,6	3,770	22,5	25,80	54	148,61
1,95	0,194	4,8	1,174	8,7	3,858	23,0	26,96	55	154,20

Valori di g. — Al polo 9,831; a Londra 9,811; a Parigi 9,809; a Roma 9,803; all'equatore 9,781. — Per Milano si ha:

$g = 9{,}806$; $\sqrt{2g} = 4{,}4285$; $\frac{1}{2g} = 0{,}051$; $g^2 = 96{,}16$; log. $g = 0{,}9915$.

XXII Tabella

Valori di $v = \sqrt{2\,gh}$ per valori di h fra $0^m,01$ e 100^m ($g = 9,81$)

h	v	h	v	h	v	h	v	h	v
0,01	0,443	**0,49**	3,100	**0,97**	4,362	**3,25**	7,985	**8,25**	12,72
02	0,626	**0,50**	3,132	**98**	4,384	**30**	8,046	**50**	12,91
03	0,767	**51**	3,163	**99**	4,407	**35**	8,107	**75**	13,10
04	0,886	**52**	3,194	**1,00**	4,429	**40**	8,167	**9,00**	13,29
05	0,990	**53**	3,224	**05**	4,539	**45**	8,227	**25**	13,47
06	1,085	**54**	3,253	**10**	4,645	**3,50**	8,286	**50**	13,65
07	1,172	**55**	3,285	**15**	4,750	**55**	8,345	**75**	13,83
08	1,253	**56**	3,314	**20**	4,852	**60**	8,404	**10,00**	14,01
09	1,329	**57**	3,344	**25**	4,953	**65**	8,462	**11**	14,69
0,10	1,401	**58**	3,373	**30**	5,050	**70**	8,520	**12**	15,34
11	1,468	**59**	3,402	**35**	5,146	**75**	8,577	**13**	15,97
12	1,534	**0,60**	3,431	**40**	5,241	**80**	8,634	**14**	16,57
13	1,597	**61**	3,459	**45**	5,333	**85**	8,691	**15**	17,15
14	1,657	**62**	3,488	**1,50**	5,425	**90**	8,747	**16**	17,72
15	1,715	**63**	3,516	**55**	5,514	**95**	8,803	**17**	18,26
16	1,772	**64**	3,543	**60**	5,603	**4,00**	8,858	**18**	18,80
17	1,826	**65**	3,571	**65**	5,690	**05**	8,914	**19**	19,31
18	1,879	**66**	3,598	**70**	5,775	**10**	8,968	**20**	19,81
19	1,931	**67**	3,625	**75**	5,859	**15**	9,023	**21**	20,30
0.20	1,981	**68**	3,652	**80**	5,942	**20**	9,077	**22**	20,77
21	2,030	**69**	3,679	**85**	6,024	**25**	9,131	**23**	21,24
22	2,078	**0,70**	3,706	**90**	6,105	**30**	9,185	**24**	21,70
23	2,124	**71**	3,732	**95**	6,186	**35**	9,238	**25**	22,15
24	2,170	**72**	3,758	**2,00**	6,264	**40**	9,291	**26**	22,58
25	2,215	**73**	3,784	**05**	6,341	**45**	9,343	**27**	23,01
26	2,259	**74**	3,810	**10**	6,418	**4,50**	9,396	**28**	23,44
27	2,301	**75**	3,836	**15**	6,494	**55**	9,448	**29**	23,85
28	2,344	**76**	3,861	**20**	6,570	**60**	9,500	**30**	24,26
29	2,385	**77**	3,886	**25**	6,644	**65**	9,551	**31**	24,66
0,30	2,426	**78**	3,911	**30**	6,717	**70**	9,602	**32**	25,05
31	2,466	**79**	3,936	**35**	6,790	**75**	9,653	**33**	25,44
32	2,506	**0,80**	3,961	**40**	6,862	**80**	9,704	**34**	25,83
33	2,544	**81**	3,986	**45**	6,933	**85**	9,754	**35**	26,20
34	2,582	**82**	4,011	**2,50**	7,003	**90**	9,804	**36**	26,58
35	2,620	**83**	4,035	**55**	7,073	**95**	9,854	**37**	26,94
36	2,658	**84**	4,059	**60**	7,142	**5,00**	9,904	**38**	27,30
37	2,694	**85**	4,083	**65**	7,210	**25**	10,15	**39**	27,66
38	2,730	**86**	4,107	**70**	7,278	**50**	10,39	**40**	28,01
39	2,766	**87**	4,131	**75**	7,345	**75**	10,62	**45**	29,71
0,40	2,801	**88**	4,155	**2,80**	7,411	**6,00**	10,85	**50**	31,32
41	2,836	**89**	4,178	**85**	7,477	**25**	11,07	**55**	32,85
42	2,870	**0,90**	4,202	**90**	7,543	**50**	11,29	**60**	31,31
43	2,904	**91**	4,225	**95**	7,607	**75**	11,51	**65**	35,71
44	2,938	**92**	4,248	**3,00**	7,672	**7,00**	11,72	**70**	37,06
45	2,971	**93**	4,271	**05**	7,735	**25**	11,93	**75**	38,36
46	3,005	**94**	4,294	**10**	7,798	**50**	12,13	**80**	39,61
47	3,037	**95**	4,317	**15**	7,861	**75**	12,33	**90**	42,02
48	3,069	**96**	4,340	**20**	7,923	**8,00**	12,53	**100**	44,29

1. IDROSTATICA

25. Pressione idrostatica P (in kg.) esercitata dall'acqua normalmente a una superficie piana immersa di area A (in mq.) il cui centro di gravità trovisi alla profondità di h metri:

$$P = \gamma A h$$

γ = peso specifico dell'acqua in kg. per mc. = 1000 per acqua dolce = 1020 ÷ 1040 per acqua di mare (tab. X) o per acqua dolce torbida.

A una pressione p in kg. per mq. corrisponde un carico di $\frac{p}{1000}$ metri; ogni mm. di carico equivale a una pressione di 1 kg. per mq.

26. Centro di pressione (punto d'applicazione della pressione idrostatica). — Prolungando il piano della superf. immersa sino alla sua intersezione col pelo d'acqua, il centro di press. trovasi a una distanza z da questa intersezione, data dalla:

$z = \frac{\text{momento d'inerzia}}{\text{momento statico}}$ della superf. rispetto all'intersezione suddetta.

Se la superf. è un rettangolo di altezza a, con due lati orizzontali, e c è la distanza fra il lato superiore e l'intersezione del piano del rettangolo col pelo d'acqua, si ha:

$$z = \frac{2}{3}\,\frac{a^2 + 3\,ac + 3\,c^2}{a + 2\,c}\,;\ \text{e per } c = o,\ z = \frac{2}{3}\,a.$$

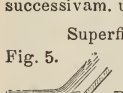
Per un triangolo di altezza a colla base sull'intersezione: $z = 0{,}5\ a$; base orizzontale e vertice nell'intersezione: $z = 0{,}75\ a$.

27. Pressione dell' acqua in moto.

1° Caso: urto d'una vena contro una superficie. — Sia P la press. in kg. esercitata nella direzione della vena sulla superf.; A la sezione normale della vena in mq.; v la velocità dell'acqua in m. al 1″ e $= c$ la velocità della superficie lungo la direzione dell'acqua, secondo che è nel senso di v, o in senso contrario (se la superf. è immobile, $c = o$); Q il volume d'acqua urtante in mc. al 1″ (che sarà $= A\,(v \mp c)$ quando l'acqua urta continuam. contro la stessa superf., ed $= Av$ quando urta successivam. una serie di superfici come nelle ruote idrauliche). Si ha:

Superficie piana normale alla vena: $P = 102\ Q\ (v \mp c)$

Fig. 5.



Superf. piana inclinata di α colla direz. della vena:

fig. 5: $P = 102\ Q\ (v \mp c)\ (1 - \cos.\ \alpha)$

Fig. 6.

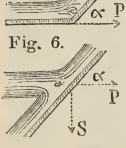


fig. 6: press. normale alla superficie urtata:

$$N = 102\ Q\ (v \mp c)\ \text{sen}\ \alpha\,;$$

sue componenti:

$$P = N\ \text{sen}\ \alpha\,;\quad S = N \cos \alpha$$

2° Caso: press. dell'acqua in moto sulle superf. immerse: v. N. 77.

2. IDROMETRIA

A. Portata delle bocche

28. Velocità d'efflusso e carico corrispondente.

Velocità v d'efflusso dovuta a un carico h: $v = \sqrt{2\,gh}$ (vedi tabella XXII).

Carico h corrispondente a una velocità v: $h = \frac{v^2}{2\,g}$ (vedi tab. XXI).

29. Formola generale per la portata degli orifici rettangolari. Dati: a altezza (sempre misurata normalmente alla direzione della vena effluente); b larghezza; h_1 h h_2 carichi sul lato inferiore, sul centro e sul lato superiore (misurati dove l'acqua non sente la chiamata allo sbocco); $k = \frac{c^2}{2\,g}$ carico corrispondente alla velocità media c del corso d'acqua a monte dell'orificio; μ coefficiente d'efflusso. Si ha la portata (tutte le dimensioni in metri):

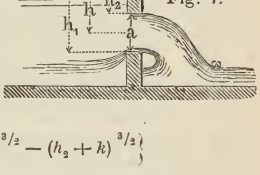


Fig. 7.

$$Q = \tfrac{2}{3}\,\mu\, b\,\sqrt{2\,g}\left\{(h_1 + k)^{3/2} - (h_2 + k)^{3/2}\right\}$$

Se la sezione a monte è abbastanza grande rispetto ad ab, per cui k riesca trascurabile come avviene d'ordinario, si ha:

$$(1) \qquad Q = \tfrac{2}{3}\,\mu\, b\,\sqrt{2\,g}\left\{h_1^{\,3/2} - h_2^{\,3/2}\right\}$$

30. Bocche e battente. — Nei casi ordinari, quando h non è $< 2\,a$, si adotta invece della (1) la formola più semplice:

$$(2) \qquad Q = \mu\, ab\,\sqrt{2\,gh}$$

che vale in generale per tutti gli orifici di qualunque forma, purchè regolare, ponendo invece di ab l'area A dell'orificio.

31. Coefficiente d'efflusso per orifici in parete sottile, a contrazione completa e totale. La parete dicesi sottile, quando è tale, che la vena si stacchi dal contorno dell'orificio, contraendosi liberamente. Per questo caso si ha in media:

$$\mu = 0{,}615.$$

Per maggior precisione si veda la seguente tabella, che vale approssimatamente per qualunque valore di b e anche per orifici circolari o poligonali regolari. Per $a > 0^{m},20$ si possono assumere i valori di μ corrispondenti ad $a = 0^{m},20$.

XXIII Tabella — **Coefficienti d'efflusso per orifici in parete sottile**

Battente h_2 in metri	Valori di μ per la formola (2) pei seguenti valori di α (in metri)						Valori di μ per la formola (1) pei seguenti valori di α (in metri)					
	0,20	0,10	0,05	0,03	0,02	0,01	0,20	0,10	0,05	0,03	0,02	0,01
0,01	—	—	0,607	0,630	0,660	0,701	—	—	0,622	0,644	0,667	0,704
0,02	0,572	0,595	0,615	0,634	0,659	0,694	0,592	0,611	0,624	0,644	0,664	0,696
0,03	0,578	0,600	0,620	0,638	0,659	0,688	0,594	0,612	0,626	0,643	0,662	0,690
0,04	0,582	0,603	0,623	0,640	0,658	0,683	0,596	0,612	0,627	0,642	0,660	0,684
0,06	0,587	0,607	0,627	0,640	0,657	0,676	0,598	0,613	0,629	0,641	0,658	0,676
0,08	0,589	0,610	0,629	0,638	0,656	0,670	0,599	0,614	0,630	0,639	0,656	0,670
0,10	0,592	0,611	0,630	0,637	0,654	0,666	0,599	0,615	0,631	0,638	0,654	0,666
0,15	0,595	0,613	0,630	0,635	0,651	0,659	0,600	0,616	0,631	0,636	0,651	0,659
0,20	0,598	0,615	0,630	0,633	0,648	0,655	0,601	0,617	0,630	0,633	0,648	0,655
0,30	0,600	0,616	0,629	0,632	0,644	0,650	0,602	0,618	0,630	0,632	0,644	0,650
0,40	0,602	0,617	0,630	0,631	0,642	0,647	0,603	0,618	0,629	0,631	0,642	0,647
0,50	0,603	0,617	0,628	0,630	0,640	0,644	0,604	0,617	0,628	0,630	0,640	0,644
0,60	0,604	0,617	0,627	0,630	0,638	0,642	0,604	0,617	0,628	0,630	0,638	0,642
0,80	0,605	0,616	0,626	0,629	0,636	0,637	0,605	0,616	0,627	0,629	0,636	0,637
1,00	0,605	0,615	0,626	0,628	0,633	0,632	0,605	0,615	0,626	0,628	0,633	0,632
1,20	0,604	0,614	0,624	0,626	0,628	0,626	0,604	0,614	0,624	0,626	0,628	0,626
1,40	0,603	0,612	0,621	0,622	0,622	0,618	0,603	0,612	0,621	0,622	0,622	0,618
1,60	0,602	0,611	0,618	0,618	0,617	0,613	0,602	0,611	0,618	0,618	0,617	0,613
1,80	0,601	0,609	0,615	0,615	0,614	0,612	0,602	0,609	0,615	0,615	0,614	0,612
2,00	0,601	0,607	0,613	0,612	0,612	0,611	0,601	0,607	0,613	0,612	0,612	0,611
3,00	0,601	0,603	0,606	0,608	0,610	0,609	0,601	0,603	0,606	0,608	0,610	0,609

32. Contrazione parziale. — Ha luogo quando una parte del perimetro della bocca trovasi nel prolungamento delle pareti del vaso immediatamente a monte. Detto p il rapporto fra questa parte e il perimetro totale, μ_p il coefficiente corrispondente e μ quello della precedente tabella, si ha appross.:

$$\mu_p = \mu\,(1 + 0{,}16\,p)$$

Vedansi anche i coefficienti riportati ai N.i **35** a **38**.

33. Contrazione incompleta. — Ha luogo quando il contorno della bocca trovasi, in tutto o in parte, a piccola distanza dal contorno del vaso immediatamente a monte. Detto n il rapporto fra l'area della bocca e l'area della sezione a monte, si ha:

$$\mu_n = \alpha\,\mu$$

α essendo dato approssimatamente dalla tabella seguente:

n	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45
α	1,009	1,019	1,030	1,042	1,056	1,071	1,088	1,107	1,128
n	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90
α	1,152	1,178	1,208	1,241	1,278	1,319	1,365	1,416	1,473

34. Bocche rigurgitate. — A totale rigurgito (livello a valle più alto del lato superiore della bocca): vale la formola (2) ponendo per h la distanza verticale fra i livelli a monte e a valle. — A parziale rigurgito (livello a valle intermedio fra i due lati orizzontali della bocca): si considera la bocca divisa in due, l'una libera, l'altra a totale rigurgito. — In ambo i casi, stessi coefficienti delle bocche libere.

35. Bocche a paratoia ordinarie. — D'ordinario in queste bocche la soglia e gli stivi hanno una grande larghezza e inoltre la soglia è poco elevata sul fondo; per cui il solo lato superiore, formato dalla paratoia, è in parete sottile. In tal caso per battenti $> 0^m,20$, e qualunque siano a, b, si può prendere approssimatamente:

$$\mu = 0,675.$$

Se la soglia e gli stivi hanno una tale larghezza, o sono arrotondati in guisa da sopprimere totalmente la contrazione, oppure trovansi, esattamente o quasi, nel piano del fondo e delle pareti a monte, si ha in media:

$$\mu = 0,70.$$

Quando la bocca è seguita da una lunga corsia, avente le pareti e il fondo nel prolungamento dei lati e della soglia della bocca, la sua presenza riduce in media il coeff. d'efflusso a 0,95 dei valori precedenti.

36. Bocche ordinarie a paratoia inclinata. — L'angolo della paratoia coll'orizzonte essendo α, μ va moltiplicato per un coefficiente φ, il cui valore approssimato è:

per $\alpha =$	45^0	50^0	55^0	60^0	65^0	70^0	75^0
$\varphi =$	1,14	1,12	1,10	1,07	1,05	1,03	1,006

37. Bocche con direttrici. — Se la bocca è accompagnata da pareti direttrici che guidino i filetti d'acqua in una determinata direzione (direttrici delle turbine, ecc.) il coefficiente d'efflusso è:

$0,85 \div 0,90$ per battenti $=$ piccoli, sino a $1^m,50 \div 2^m$;
$0,90 \div 0,92$ per battenti maggiori.

38. Orifici con tubi addizionali o in parete grossa. — Quando un orificio in parete sottile è seguito da un condotto di sezione eguale o pochissimo differente da quella dell'orificio e di una lunghezza non $< 2\,1/_2$ volte la sua minima dimensione, in guisa che la vena lo riempia interamente, il coefficiente d'efflusso si eleva a:

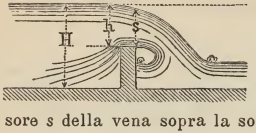
$$\mu = \begin{cases} 0,81 \div 0,85 \text{ per condotti prismatici o cilindrici} \\ 0,90 \div 0,95 \text{ per condotti convergenti, con un angolo di convergenza di } 3^0 \text{ a } 12^0. \end{cases}$$

Gli stessi coefficienti sono applicabili anche nel caso di orifici praticati in una parete abbastanza grossa, perchè l'acqua, al di là della sezione contratta, li riempia completamente (grossezza della parete non $< 2\,1/_2$ volte la minima dimensione della vena). Anzi nel caso che l'orificio sia arrotondato e imbutiforme in modo da sposare la forma della vena contratta, il coefficiente d'efflusso si eleva a $0,96 \div 0,98$.

39. Bocche a battente non rettangolari. — Per bocche dotate di centro, si applica la formola del N. ***30***, ponendo per ab l'area A della bocca.

40. Bocche a stramazzo. — b larghezza; h altezza dello stramazzo misurata verticalm. ove l'acqua non sente la chiamata, cioè ove il pelo è orizzontale, oppure a almeno 5^m a monte; $\mu_0 = {}^2/_3\,\mu$. Si ha:

Fig. 8.



$$Q = \mu_0\, b\, \sqrt{2g}\, \left\{ (h + k)^{3/2} - k^{3/2} \right\}$$

e se k è trascurabile (vedi N. **29**):

$$Q = \mu_0\, bh\, \sqrt{2\, gh}$$

Se non si può misurare che lo spessore s della vena sopra la soglia, si riterrà appross. $h = 1{,}2\, s$.

Bocche in parete sottile a contrazione completa (cioè $b =$ al più ${}^1/_3$ della larghezza B del vaso, $h =$ al più ${}^1/_3$ dell'altezza H dell'acqua a monte della bocca): si prenderà μ_0 come segue:

per $h =$	$0^m{,}02$	$0^m{,}04$	$0^m{,}06$	$0^m{,}08$	$0^m{,}10$	$0^m{,}12$	$0^m{,}15$	$0^m{,}20$	$0^m{,}25$-1^m
$\mu_0 =$	0,421	0,416	0,412	0,409	0,406	0,403	0,400	0,395	0,390

Contrazione incompleta ($b > {}^1/_3\, B$, $h > {}^1/_3\, H$): si prenda:

se $b < B$ $\quad Q = m_1\, \mu_0\, bh\, \sqrt{2\, gh}$

se $b = B$ $\quad Q = m_2\, \mu_0\, bh\, \sqrt{2\, gh}$

in cui m_1 m_2 son dati dalla seguente tabella:

$\frac{bh}{BH}$	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50
m_1	1,000	1,000	1,001	1,003	1,007	1,014	1,026	1,044	1,070	1,107
$\frac{h}{H}$	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50
m_2	1,042	1,045	1,049	1,056	1,064	1,074	1,086	1,100	1,116	1,133

Si riterrà $b = B$ anche quando lo stramazzo è racchiuso fra due muri d'ala che sopprimano la contrazione sui lati.

Se la soglia è molto estesa o è prolungata da una breve corsìa, si moltiplichi il coeff. d'efflusso per un coeff. φ dato dalla:

per $h =$	$0^m{,}05$	$0^m{,}10$	$0^m{,}15$	$0^m{,}20 \div 1^m{,}00$
$\varphi =$	0,70	0,75	0,80	0,85 ÷ 0,90

Stramazzi sopra traverse e dighe (esperimenti Cipolletti sul Canale Villoresi). — Se la lama d'acqua, stramazzando, si distacca dalla faccia a valle della diga, si avrebbe: $\mu_0 = 0{,}48$. Se invece la diga offre a valle una lunga superficie inclinata e l'acqua vi scorre sopra, si avrebbe: $\mu_0 = 0{,}375$.

Formola Bazin per gli stramazzi attraverso un canale.

1) Stramazzo di largh. $b =$ alla largh. B del canale, quindi senza contrazione sui lati; H altezza dell'acqua a monte della diga o diaframma da cui l'acqua stramazza (fig. 8): si possono avere i seg. casi:

a) Vena staccata, libero accesso d'aria sotto; diaframma verticale:

$$Q = \left(0{,}405 + \frac{0{,}003}{h}\right)\left\{1 + 0{,}55\left(\frac{h}{H}\right)^2\right\} bh\sqrt{2gh}$$

b) Vena come sopra; diaframma inclinato; se il diaframma è inclinato verso monte, si ha la portata moltiplicando il Q precedente per un coeff. A; se verso valle, per un coeff. B. I valori di A, B si hanno dalla tabella seguente, essendo α l'angolo col fondo:

tang α =	0,25	0,50	1	1,50	3
A =	—	—	0,93	0,94	0,96
B =	1,09	1,12	1,10	1,07	1,04

c) Se l'accesso dell'aria sotto la vena non è libero, e la vena è aderente alla faccia a valle del diaframma (grosso $0^m,15$ o meno), si moltiplichi Q per un coefficiente C dato dalla:

$H - h =$	$h \leqq 0^m,10$	$h = 0^m,20$	$h = 0^m,30$	$h = 0^m,50$
$1^m,10$	1,20	1,22	1,26	1,29
$0^m,50$	1,21	1,26	—	—
$0^m,25$	1,19	—	—	—

d) Se manca l'accesso dell'aria, ma la vena sta staccata dalla faccia a valle del diaframma, essendovi sotto di essa dell'aria rarefatta (vedi N. ***182***), si moltiplichi Q per un coeff. D, i cui valori sono:

$H - h =$	$h \leqq 0^m,10$	$h = 0^m,15$	$h = 0^m,20$	$h = 0^m,25$
$0^m,75$	1,02	1,03	1,05	1,07
$0^m,50$	1,03	1,07	—	—
$0^m,35$	1,06	—	—	—

e) Se la vena non è aderente, nè v'è aria rarefatta, ma, essendo impedito l'accesso dell'aria, lo spazio sotto la vena è tutto riempito di un pulviscolo biancastro e d'acqua tumultuosa (vena *soffolta*), si moltiplichi Q per un coefficiente E intermedio fra C e D.

Massimo errore, 1,5 % pel caso *a*), 6 % per gli altri casi.

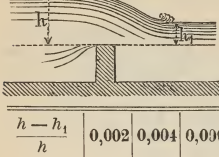
2) Stramazzo di largh. $b <$ della largh. B del canale, con contrazione sui lati verticali. In tal caso, se n è il numero di questi lati (2 nello stramazzo semplice; 4, 6 ecc., se lo stramazzo è diviso in 2, 3 ecc. parti mediante aste o stivi intermedii) si ha la portata, moltiplicando quella dei casi precedenti pel coeff. di Francis $\left(1 - 0{,}1\, n\, \frac{h}{b}\right)$.

41. Stramazzi obbliqui alla corrente. — α ang. della soglia colla corrente; ψ coeff. di riduzione della portata, dato dalla:

per α =	15°	30°	45°	60°	75°	90°
ψ =	0,90	0,92	0,94	0,96	0,98	1,00

42. Stramazzi rigurgitati. — Se h_1 è l'altezza sulla soglia dell'acqua a valle dello stramazzo, nel punto in cui è più depressa, si ha (form. Lesbros):

Fig. 9.



$$Q = \mu_1 bh\sqrt{2g(h - h_1)}$$

μ_1 essendo dato dalla seguente tabella:

$\frac{h - h_1}{h}$	0,002	0,004	0,006	0,008	0,010	0,015	0,020	0,025	0,030	0,040	0,050
μ_1	0,295	0,430	0,556	0,605	0,596	0,580	0,570	0,557	0,546	0,531	0,522
$\frac{h - h_1}{h}$	**0,10**	**0,20**	**0,30**	**0,40**	**0,45**	**0,50**	**0,55**	**0,60**	**0,70**	**0,80**	**1,00**
μ_1	0,516	0,507	0,497	0,487	0,480	0,474	0,466	0,459	0,444	0,427	0,390

La formola vale solo pei casi in cui l'acqua è stagnante, o quasi, a monte dello stramazzo, e corrente a valle (canali di derivazione d'acqua da un bacino). In tutti gli altri casi si considererà la bocca divisa in due: uno stramazzo libero di altezza $h - h_1$ e una bocca a battente a totale rigurgito con un'altezza h_1 e un dislivello, o carico $h - h_1$.

43. Tabelle delle portate delle bocche rettangolari. — Le due tabelle XXIV e XXV danno la portata delle bocche rettangolari a battente e a stramazzo di larghezza $= 1^m$, ammesso per le prime un coefficiente d'efflusso $\mu = 0{,}60$, e per le seconde $\mu_0 = 0{,}40$. - Per una bocca di larghezza qualunque b si moltiplicheranno le portate delle tabelle per b. Se i coeff. μ, μ_0 della bocca sono diversi dai precedenti, si moltiplicheranno rispettivamente i risultati per $\frac{\mu}{0{,}6}$, $\frac{\mu_0}{0{,}4}$.

Esempio: trovare la portata di una bocca a paratoia ordinaria (numero **35**) di $0^m{,}80$ di larghezza, $0^m{,}20$ di altezza, con 1^m di carico sul centro e un coefficiente $\mu = 0{,}675$. Per 1^m di larghezza e $\mu = 0{,}60$, la tabella XXIV dà una portata di 531 litri; quindi:

$$Q = 0{,}80\,\frac{0{,}675}{0{,}60}\,531 = \text{litri } 477{,}9.$$

Per valori non compresi nelle tabelle si procederà per interpolazione. Per es.: si debba trovare la portata di una bocca a battente di $0^m{,}22$ di altezza, con un carico sul centro della bocca di $0^m{,}52$. La tab. XXIV dà: per $0^m{,}50$, litri 414; per $0^m{,}55$, litri 434; differenza 20. Quindi la portata richiesta:

$$Q = 414 + \frac{0{,}52 - 0{,}50}{0{,}55 - 0{,}50}\,20 = 414 + \frac{2}{5}\,20 = 422 \text{ litri.}$$

Se l'altezza della bocca fosse $0^m{,}23$, si comincierebbero a trovare le portate delle bocche di $0^m{,}22$ e $0^m{,}24$ col dato carico di $0^m{,}52$; poi se ne prenderebbe la media.

XXIV Tabella. — **Portata delle bocche a battente di 1m di larghezza** ($\mu = 0{,}60$)

Altezza della bocca in metri	Portate in litri al 1″ per carichi sul centro della bocca di metri																			
	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00	1,10	1,20	1,30
0,06	71	79	87	95	101	107	113	118	124	129	133	138	143	147	151	155	150	167	175	182
07	83	93	102	111	118	125	132	138	144	150	155	161	167	171	176	181	185	195	204	212
08	95	106	116	121	134	143	151	158	165	172	177	184	191	196	201	207	212	223	233	242
09	107	119	131	142	151	161	170	177	185	193	199	207	215	220	226	233	239	251	262	273
10	119	132	146	157	168	178	188	197	206	214	222	230	238	245	252	259	266	279	291	303
0,11	131	146	160	173	185	196	207	217	226	235	244	253	262	269	277	285	292	307	320	333
12	143	159	175	189	202	214	226	237	247	256	266	276	286	294	302	311	318	335	349	363
13	155	172	189	204	219	232	245	256	267	278	288	299	310	318	327	337	345	363	378	394
14	166	185	204	220	236	250	264	276	288	299	310	322	334	343	352	363	372	391	407	424
15	178	198	218	235	253	267	282	296	308	320	333	345	357	367	378	388	399	418	437	454
0,16	190	212	233	251	270	285	301	315	329	342	355	368	381	392	403	414	425	446	466	485
17	202	225	247	267	286	303	320	335	349	363	377	391	405	416	428	440	451	474	495	515
18	214	238	262	282	303	321	339	355	370	385	399	414	429	441	453	466	478	502	524	545
19	226	252	277	298	320	339	358	374	391	406	422	437	452	465	478	493	505	530	553	575
20	238	265	291	314	336	356	376	394	412	428	445	460	475	490	504	518	531	557	582	606
0,22	262	292	320	346	370	392	414	434	453	471	489	506	523	539	554	570	584	613	640	666
24	285	318	349	377	404	428	451	473	494	514	534	552	570	588	605	622	637	669	698	727
26	309	345	378	409	437	464	489	513	535	557	578	598	618	637	655	673	690	725	756	787
28	333	371	407	441	471	500	526	552	576	600	623	644	666	686	706	725	743	781	814	848
30	357	399	437	472	504	535	564	591	618	642	667	690	713	735	756	777	797	836	873	909
0,32	381	425	466	503	538	571	602	631	659	685	711	736	761	784	806	829	850	892	931	969
34	404	452	495	534	572	607	639	670	700	728	756	782	808	833	857	881	903	948	989	1030
36	428	478	524	566	605	643	677	710	741	771	800	828	856	882	907	932	956	1004	1047	1090
38	452	505	553	597	639	678	714	749	782	814	845	874	903	931	957	984	1009	1060	1105	1151
40	476	532	582	628	672	713	752	788	824	857	889	920	951	980	1008	1036	1063	1115	1164	1212
0,42	—	558	612	660	706	749	790	828	865	900	933	967	999	1028	1058	1088	1116	1171	1223	1272
44	—	585	641	691	740	785	827	867	906	943	978	1013	1046	1078	1109	1140	1169	1227	1281	1333
46	—	611	670	723	773	821	865	907	947	986	1022	1059	1094	1127	1159	1191	1222	1283	1339	1393
48	—	638	699	754	807	856	902	946	988	1029	1067	1105	1141	1176	1210	1243	1275	1339	1397	1454
50	—	664	728	786	840	891	940	985	1029	1071	1112	1151	1188	1225	1261	1295	1329	1394	1456	1515

XXV Tabella. — **Portata degli stramazzi di 1^{m} di larghezza** (h = altezza in metri; Q = portata in litri al 1″; $\mu_o = {}^2/_3\,\mu = 0{,}40$)

h	Q	h	Q	h	Q	h	Q	h	Q
metri	litri	metri	litri	metri	litri	metri	litri	metri	litri
0,01	2	**0,13**	83	**0,25**	221	**0,37**	399	**0,49**	608
0,02	5	**0,14**	93	**0,26**	235	**0,38**	415	**0,50**	626
0,03	9	**0,15**	103	**0,27**	248	**0,39**	431	**0,51**	646
0,04	14	**0,16**	113	**0,28**	262	**0,40**	448	**0,52**	666
0,05	20	**0,17**	124	**0,29**	276	**0,41**	465	**0,53**	685
0,06	26	**0,18**	136	**0,30**	291	**0,42**	482	**0,54**	705
0,07	33	**0,19**	147	**0,31**	306	**0,43**	500	**0,55**	723
0,08	40	**0,20**	159	**0,32**	321	**0,44**	518	**0,56**	743
0,09	48	**0,21**	171	**0,33**	337	**0,45**	535	**0,57**	763
0,10	56	**0,22**	183	**0,34**	352	**0,46**	553	**0,58**	783
0,11	65	**0,23**	195	**0,35**	367	**0,47**	571	**0,59**	803
0,12	74	**0,24**	208	**0,36**	383	**0,48**	589	**0,60**	823

B. Portata dei corsi d'acqua

44. Trombatura. — Si stabilisce attraverso al corso d'acqua una parete di legname, nella quale sia intagliato un orificio rettangolare a stramazzo, colla soglia elevata al disopra del pelo d'acqua mm (fig. 10). Dopo aver lutato la parete all'ingiro, si attende che il livello a monte cessi d'elevarsi; quindi si rileva h misurandolo in uno degli angoli morti, come mostra la figura, e si trova la portata colla formola. Si può anche servirsi di una bocca a battente, intieramente libera o intieramente sott'acqua.

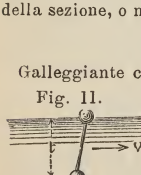
Fig. 10.

45. Galleggianti. — Galleggiante semplice. - Non è applicabile (come anche il composto) che allorquando il corso d'acqua presenta una sezione sensibilmente costante per una tratta di almeno 20^{m}. Gettato il galleggiante lungo il filone, lo spazio percorso, diviso pel tempo in secondi, dà la velocità massima alla superficie, d'onde si cava la velocità media V della corrente colla tabella del N. ***52***. Misurata quindi l'area A della sezione, o meglio la media di due o più sezioni, si ha la portata

$$Q = A\,V.$$

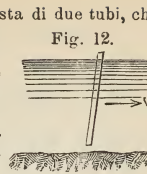
Galleggiante composto. - Consiste (fig. 11) in due corpi, uniti con una fune di lunghezza variabile, così zavorrati, che il superiore galleggi. Serve a trovare la velocità v_t a una profondità qualunque t su una data verticale, colla formola approssimata $v_t = 2\,v - v_s$: in cui v è la velocità osservata del galleggiante composto, e v_s è la velocità alla superficie rilevata con un galleggiante semplice.

Fig. 11.



46. Asta ritrometrica. — È un'asta composta di due tubi, che si possono far scorrere l'un dentro l'altro, zavorrata in modo da emergere appena dall'acqua (fig. 12). Non è applicabile che su una tratta regolare, come sopra. Allungandola in guisa che l'estremo inferiore rimanga a piccola distanza dal fondo e procedendo come pel galleggiante semplice, si ottiene la velocità media v_m lungo una verticale determinata. Per la portata vedi N. ***49.***

Fig. 12.



47. Molinello di Woltmann. — Applicabile in ogni caso. Dà la velocità v_t di una vena a una profondità qualunque, colla formola

$$v_t = an + b$$

n = numero dei giri del molinello al 1″; a, b costanti da determinarsi con esperienze preliminari. Portata come al N. ***49.***

Tara del molinello. — Fatte m esperienze col molinello, muovendolo con velocità diverse nell'acqua stagnante, e determinate così m coppie di valori corrispondenti di v, n, si avranno i valori delle costanti a, b onde la somma dei quadrati degli errori assoluti sia minima, colle:

$$a = \frac{m\,\Sigma nv - \Sigma v\,\Sigma n}{m\,\Sigma n^2 - (\Sigma n)^2}; \quad b = \frac{\Sigma v\,\Sigma n^2 - \Sigma nv\,\Sigma n}{m\,\Sigma n^2 - (\Sigma n)^2}$$

in cui Σn; Σv; Σnv; Σn^2 rappresentano le somme $n_1 + n_2 + \ldots$; $v_1 + v_2 + \ldots$; $n_1 v_1 + n_2 v_2 + \ldots$; $n_1^2 + n_2^2 + \ldots$

48. Tubo di Pitot. — Applicabile in ogni caso. Dà v_t come sopra colla formola

$$v_t = a\sqrt{2gh}$$

h = dislivello nei due tubi dell'istrumento; a una costante che si determina con almeno un'esperienza in acqua stagnante; essa differisce pochissimo dall'unità. Portata come al N. ***49.***

49. Determinazione della portata coi precedenti strumenti (N.i ***46, 47, 48***). — Tracciata la sezione e individuate in essa delle linee verticali, si trova la velocità media v_m lungo cadauna verticale, sia prendendo la media delle velocità v_t osservate in alcuni punti di essa, sia (e meglio) procedendo come al N. ***51.*** Portando i valori di v_m come ordinate perpendicolarmente al pelo d'acqua, si costruisce la spezzata o la curva delle velocità medie. Divisa quindi la sezione in un numero qualunque di trapezi verticali, la portata si ottiene sommando i prodotti dell'area di cadaun trapezio per l'ordinata della curva suddetta corrispondente alla mediana del trapezio.

Con minor precisione si può anche ommettere il tracciamento della curva e moltiplicare l'area di cadaun trapezio compreso fra due verticali contigue per la media dei valori di v_m corrispondenti ad esse.

Per una calcolazione approssimata, si può anche ritenere come velocità media lungo una verticale la velocità corrispondente a una profondità = circa 0,575 della verticale medesima.

3. MOTO DELL'ACQUA NEI FIUMI E CANALI

50. Formole. — Sia V la velocità media (in m. al 1″) in una data sezione, A l'area della sezione in mq., C il contorno bagnato in m., $R = \frac{A}{C}$ il raggio medio della sezione, i la pendenza (in m.) per metro, $Q = AV$ la portata del corso d'acqua in mc. al 1″.

Formola Bazin:

$$\frac{Ri}{V^2} = \alpha + \frac{\beta}{R}.$$

Valori di α, β per la formola Bazin:

1.	Canali con pareti liscissime (tavole piallate, cemento ecc.)	$\alpha = 0{,}00015$;	$\beta = 0{,}0000045$
2.	Canali con pareti lisce (tavole grezze, muratura regolare, ecc.).....	$\alpha = 0{,}00019$;	$\beta = 0{,}0000133$
3.	Canali con pareti poco lisce (muratura grezza, pietrame, ecc.).....	$\alpha = 0{,}00024$;	$\beta = 0{,}00006$
4.	Canali in terra	$\alpha = 0{,}00028$;	$\beta = 0{,}00035$
4.bis	Canali in terra a piccoliss. pendenza (canali di scolo, secondo Turazza)	$\alpha = 0{,}00028$;	$\beta = 0{,}00038$
5.	Canali e fiumi scorrenti in ghiaia...	$\alpha = 0{,}0004$;	$\beta = 0{,}0007$

Formola Kutter (per $i > 0^m{,}0005$):

$$V = \frac{100\sqrt{R}}{m + \sqrt{R}}\sqrt{Ri} = k\sqrt{Ri}.$$

Valori di m (coefficiente di scabrezza):

I.....	Cemento liscio, sezione semicircolare	0,12
II.....	Cemento liscio, sezione rettangolare	0,15
III.....	Tavole piallate, sezione rettangolare	0,20
IV.....	Tavole grezze, muratura assai regolare.....	0,25
V.....	Muratura ordinaria.....	0,35
VI.....	Muratura di pietrame, regolare	0,45
VII.....	Muratura di pietrame, poco regolare	0,55
VIII...	Muratura irregolare, fondo fangoso.....	0,75
IX.....	Muratura vecchia, fondo fangoso	1,00
X.....	Piccoli canali in roccia; canali regolari in terra, senza piante acquatiche; sezione trapezia.....	1,25 ÷ 1,50
XI.....	Canali in terra con ghiaia e piante acquatiche sul fondo; ruscelli e fiumi in terra.....	1,75 ÷ 2,00
XII....	Canali in terra mal tenuti; fiumi in ghiaia.....	2,50

La seguente tabella dà i valori di k per i 12 tipi precedenti.

R in metri	Valori di k											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
0,01	45,5	40,0	33,3	27,0	23,2	18,2	15,2	12,2	9,7	7,6	5,6	3,9
0,03	59,0	53,6	46,4	39,0	33,1	27,8	23,6	19,4	15,7	12,4	9,4	6,6
0,05	65,1	59,9	52,9	45,3	39,0	33,2	28,6	23,7	19,4	15,5	11,8	8,4
0,07	68,8	63,9	57,0	49,5	43,1	37,1	32,1	26,9	22,2	17,8	13,7	9,8
0,10	72,5	67,8	61,2	53,9	47,5	41,3	36,1	30,5	25,4	20,6	15,9	11,5
0,11	73,2	68,6	62,1	54,9	48,5	42,3	37,1	31,4	26,2	21,3	16,5	11,9
0,12	74,0	69,5	63,1	55,9	49,5	43,3	38,0	32,3	27,0	22,0	17,1	12,3
0,13	74,7	70,3	64,0	56,9	50,5	44,3	39,0	33,2	27,8	22,7	17,7	12,8
0,14	75,5	71,2	65,0	57,9	51,5	45,2	39,9	34,1	28,6	23,4	18,3	13,3
0,15	76,3	72,0	65,9	58,9	52,5	46,2	40,9	35,0	29,4	24,1	18,9	13,7
0,16	76,8	72,5	66,5	59,6	53,2	46,9	41,6	35,6	30,0	24,6	19,3	14,0
0,17	77,3	73,2	67,1	60,3	53,9	47,6	42,3	36,3	30,6	25,2	19,8	14,4
0,18	77,8	73,7	67,8	60,9	54,7	48,3	43,0	36,9	31,2	25,7	20,2	14,7
0,19	78,3	74,3	68,4	61,6	55,3	49,1	43,7	37,6	31,8	26,3	20,7	15,1
0,20	78,8	74,9	69,0	62,3	56,1	49,8	44,4	38,3	32,4	26,8	21,1	15,5
0,25	80,4	76,7	71,1	64,7	58,6	52,3	47,0	40,8	34,8	28,9	22,9	17,0
0,30	82,0	78,5	73,2	67,0	61,0	54,9	49,5	43,2	37,1	31,0	24,7	18,4
0,35	83,0	79,7	74,6	68,6	62,7	56,7	51,3	45,0	38,8	32,6	26,1	19,5
0,40	84,0	80,8	76,0	70,1	64,4	58,4	53,0	46,7	40,4	34,1	27,5	20,6
0,45	84,8	81,7	77,0	71,3	65,7	59,8	54,4	48,1	41,8	35,4	28,6	21,6
0,50	85,5	82,5	77,9	72,4	66,9	61,1	55,8	49,5	43,2	36,7	29,7	22,5
0,55	86,0	83,2	78,7	73,3	67,9	62,2	57,0	50,7	44,4	37,8	30,7	23,3
0,60	86,6	83,8	79,5	74,2	68,9	63,3	58,1	51,8	45,5	38,9	31,7	24,1
0,65	87,0	84,3	80,1	74,9	69,7	64,2	59,0	52,8	46,4	39,8	32,5	24,8
0,70	87,5	84,8	80,7	75,6	70,5	65,1	59,9	53,8	47,4	40,7	33,4	25,5
0,75	87,9	85,2	81,2	76,2	71,2	65,8	60,7	54,6	48,2	41,5	34,2	26,2
0,80	88,2	85,6	81,7	76,8	71,9	66,5	61,5	55,4	49,0	42,3	34,9	26,8
0,85	88,5	86,0	82,2	77,4	72,5	67,2	62,2	56,2	49,8	43,1	35,6	27,4
0,90	88,8	86,4	82,6	77,9	73,0	67,8	62,9	56,9	50,5	43,8	36,2	28,0
0,95	89,0	86,7	83,0	78,3	73,5	68,4	63,5	57,6	51,2	44,4	36,9	28,6
1,00	89,3	87,0	83,3	78,7	74,0	69,0	64,1	58,2	51,8	45,0	37,5	29,1
1,50	—	—	—	—	—	—	—	—	56,1	49,4	41,7	32,9
2,00	—	—	—	—	—	—	—	—	60,3	53,7	45,9	36,7
2,50	—	—	—	—	—	—	—	—	62,7	56,2	48,4	39,1
3,00	—	—	—	—	—	—	—	—	65,0	58,7	50,9	41,5
3,50	—	—	—	—	—	—	—	—	66,7	60,4	52,7	43,3
4,00	—	—	—	—	—	—	—	—	68,3	62,1	54,5	45,0
4,50	—	—	—	—	—	—	—	—	69,5	63,4	55,9	46,4
5,00	—	—	—	—	—	—	—	—	70,6	64,8	57,3	47,8
5,50	—	—	—	—	—	—	—	—	71,6	65,8	58,4	49,0
6,00	—	—	—	—	—	—	—	—	72,5	66,8	59,5	50,1

51. Velocità media v_m lungo una verticale. — Disegnata la verticale, la cui lunghezza totale sia T, e portate perpendicolarmente ad essa come ordinate le velocità v_t osservate lungo i punti della medesima, si ottiene riunendo i punti così determinati, una curva (di forma parabolica) che si prolunga sino al pelo d'acqua e al fondo. La velocità massima v_s si verifica d'ordinario a una profondità di pochi centim. sotto il pelo d'acqua. Dividendo l'area della figura così ottenuta per la profondità T, si avrà la velocità media v_m.

Per calcoli approssimativi si potrà ritenere:

1° che la massima velocità v_s si verifichi alla superficie;

2° che v_m corrisponda a una profondità $= 0{,}575\ T$ sotto la superf.;

3° che fra v_m, v_s e la veloc. v_f vicino al fondo esista la relazione:

$$v_m = {}^1/_3\,(2\,v_s + v_f).$$

52. Rapporto fra la velocità media V di una sezione e la velocità V_s del filone. — È dato appross., secondo Bazin, dalla seg. tabella, che si riferisce ai cinque tipi di Bazin (pag. 80):

R in m.	Tipo 1	2	3	4	5	R in m.	Tipo 1	2	3	4	5
0,05	0,82	0,76	0,65	—	—	**0,25**	0,85	0,82	0,77	0,64	0,56
0,10	0,83	0,79	0,70	0,54	—	**0,50**	0,85	0,83	0,80	0,70	0,62
0,15	0,84	0,81	0,74	0,58	0,50	**1,00**	—	—	0,80	0,75	0,68
0,20	0,84	0,82	0,76	0,62	0,53	**2 ÷ 5**	—	—	0,81	0,78	0,74

4. COSTRUZIONE DEI CANALI

53. Pendenza e velocità. — Le pendenze ordinarie sono:

Canali di presa per opifici.. $0^m,0004 \div 0^m,0005$ per metro
Canali di scarico per opifici. $0^m,001 \div 0^m,002$ »
Fogne stradali..... $0^m,002 \div 0^m,005$ »
Grandi canali d'irrigazione. $0^m,0002 \div 0^m,0005$ »
Piccoli canali d'irrigazione. $0^m,0006 \div 0^m,0008$ »
Canali di navigazione ..... $0\ (^{\text{con}}_{\text{chiuse}}) \div 0^m,00025$ »

Velocità media. — Perchè l'acqua non corroda il letto del canale, la velocità media non deve sorpassare:

In terreni sciolti (sabbie e terre leggere).. $0^m,20 \div 0^m,30$
In terreni compatti (argille, terre forti) ... $0^m,45 \div 0^m,60$
In terreni ghiaiosi..... $0^m,80 \div 0^m,90$

Per impedire i depositi, nel caso d'acque torbide, si richiede almeno una velocità di $0^m,25$ per acque fangose e di $0^m,50$ per acque sabbiose.
Nei canali d'acqua potabile, la velocità media deve essere $> 0^m,40$.
Velocità media nei canali di opificio $= 0^m,40 \div 0^m,80$. Canali di navigazione, da 0 (colle chiuse) a $0^m,50$. Canali d'irrigazione $0^m,40 \div 1^m$.

54. Proporzioni della sezione. — D'ordinario trapezia; sponde inclinate a 2 di base su 1 di altezza per terre sciolte, a 1 su 1 per terre compatte, a $^1/_2 \div ^1/_5$ su 1 per muratura.
Rapporto fra la media b delle larghezze al fondo e alla superficie e l'altezza a dell'acqua. — Per valori di A inferiori a $0^{mq},5$ si farà $b = 2a \div 3a$. Per valori superiori, converrà meglio prendere:

$$b = (4 + 0{,}075\ A)\ a \quad \text{circa.}$$

55. Perdite d'acqua.

a) Per evaporazione: nei piccoli bacini e nei canali si perde al giorno uno strato d'acqua di:

$0^m,003 \div 0^m,007$ come media nell'anno
$0^m,008 \div 0^m,020$ come massimo nell'estate,

secondo la latitudine, il clima e l'esposizione. Nei grandi bacini, nei laghi, nelle paludi, ecc. la perdita si riduce a metà circa.

b) Per filtrazioni: si perde ogni giorno uno strato d'acqua di $0^m,020$ a $0^m,008$, secondo la natura più o meno permeabile del letto.

56. Calcolazione dei canali. — Dato Q, si fissa V, e si ha $A = \frac{Q}{V}$; si stabilisce come sopra il rapporto $\frac{b}{a}$ e sia $= m$; si cava a dalla $A = ma^2$, e b dalla $b = ma$; si trova allora C, indi $R = \frac{A}{C}$, d'onde i colle formole Bazin o Kutter (N. **50**).

NB. — Per canali di scolo vedi anche il N. **74**.

5. TUBI E CONDOTTI FORZATI

57. Perdita di carico in un condotto a sez. costante. — Sia Y, espresso in metri d'acqua, il carico perduto per l'attrito lungo un condotto di lunghezza L, sezione A, contorno bagnato C, velocità V e portata Q al $1''$ (tutte le dimensioni in m.). Si ha per un condotto di sezione qualunque:

$$Y = \frac{b}{2}\frac{CL}{A}V^2 = \frac{b}{2}\frac{C}{A^3}LQ^2$$

e per un condotto circolare di diametro D:

$$Y = 2b\frac{L}{D}V^2 = \beta L\frac{Q^2}{D^5};\quad Q = \sqrt{\frac{YD^5}{\beta L}};\quad D = \sqrt[5]{\frac{\beta LQ^2}{Y}}$$

a cui bisogna aggiungere la perdita $V^2/2g$ dovuta alla velocità V.

$b = 0{,}0006$; $\beta = 0{,}002$ per condotti lisci (ghisa nuova, cemento);
$b = 0{,}0012$; $\beta = 0{,}004$ per condotti scabri (ghisa incrostata, ecc.).

Per condotti di ghisa in servizio corrente si può prendere:

$$b = 0{,}00075;\ \beta = 0{,}0025.$$

Per facilitare la calcolazione di D, si unisce la seg. tab. delle 5^e potenze dei numeri da 0,01 a 1,00. La stessa tabella, levando tutte le virgole, dà le 5^e potenze dei numeri da 1 a 100. Ove occorra di trovare D, si calcolerà l'espressione $\beta L\frac{Q^2}{Y} = D^5$, indi si cercherà nella tabella il valore di D in cifra tonda. Per es.: sia da trovare il diametro d'un tubo per portare un volume $Q = 0^{mc},100$ al $1''$ alla dist. $L = 8000^m$ con una perdita di carico $Y = 10^m$, per $\beta = 0{,}0025$. Si avrà:

$$D^5 = 0{,}0025.8000\ \frac{0{,}100^2}{10} = 0{,}02.$$

Ora cercando nelle 5^e potenze della tabella si trova 0,0205962976, che è il più prossimo a 0,02, a cui corrisponde il numero 0,46; dunque il diametro richiesto sarà quasi esattamente $D = 0^m,46$.

XXVI Tabella delle 5^e potenze dei numeri da 0,01 a 1,00

(vale anche pei numeri da 1 a 100, levando tutte le virgole)

Num.	5^a potenza	Num.	5^a potenza	Num.	5^a potenza	Num.	5^a potenza
0,01	0,0000000001	0,26	0,0011881376	0,51	0,0345025251	0,76	0,2535525376
02	0000000032	27	0014348907	52	0380204032	77	2706784157
03	0000000243	28	0017210368	53	0418195493	78	2887174368
04	0000001024	29	0020511149	54	0459165024	79	3077056399
05	0000003125	30	0024300000	55	0503284375	80	3276800000
0,06	0,0000007776	0,31	0,0028629151	0,56	0,0550731776	0,81	0,3486784401
07	0000016807	32	0033554432	57	0601692057	82	3707398432
08	0000032768	33	0039135393	58	0656356768	83	3939040643
09	0000059049	34	0045435424	59	0714924299	84	4182119424
10	0000100000	35	0052521875	60	0777600000	85	4437053125
0,11	0,0000161051	0,36	0,0060466176	0,61	0,0844596301	0,86	0,4704270176
12	0000248832	37	0069343957	62	0916132832	87	4984209207
13	0000371293	38	0079235168	63	0992436543	88	5277319168
14	0000537824	39	0090224199	64	1073741824	89	5584059449
15	0000759375	40	0102400000	65	1160290625	90	5904900000
0,16	0,0001048576	0,41	0,0115856201	0,66	0,1252332576	0,91	0,6240321451
17	0001419857	42	0130691232	67	1350125107	92	6590815232
18	0001889568	43	0147008443	68	1453933568	93	6956883693
19	0002476099	44	0164916224	69	1564031349	94	7339040224
20	0003200000	45	0184528125	70	1680700000	95	7737809375
0,21	0,0004084101	0,46	0,0205962976	0,71	0,1804229351	0,96	0,8153726976
22	0005153632	47	0229345007	72	1934917632	97	8587340257
23	0006436343	48	0254803968	73	2073071593	98	9039207968
24	0007962624	49	0282475249	74	2219006624	99	9509900499
25	0009765625	50	0312500000	75	2373046875	1,00	1,0000000000

58. Perdite di carico per strozzamenti, gomiti e curve. — La perdita di carico prodotta da un restringimento di sezione, da una valvola, da un robinetto, ecc. è espressa da:

$$y_1 = \zeta_1 \frac{V^2}{2g} \text{ metri d'acqua,}$$

in cui V è la velocità nel condotto e ζ_1 un coefficiente che varia secondo il rapporto φ fra la sezione ristretta e la sezione normale, ed anche secondo la forma di queste sezioni. In media si potrà approssimatamente ritenere, qualunque sia la forma della sezione:

φ	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
ζ_1	0,5	1	2	4	8	18	50	200

Se la condotta devia bruscamente di un angolo δ, si perde un carico:

$$y_2 = \zeta_2 \frac{V^2}{2g} \text{ metri d'acqua;}$$

ζ_2 essendo dato dalla tabelletta seguente:

$\delta =$	20°	40°	60°	80°	90°	100°	120°	140°
$\zeta_2 =$	0,046	0,139	0,364	0,740	0,984	1,260	1,861	2,431

Se invece c'è un raccordo di raggio r con un angolo al centro, o di deviazione, di δ^0, la perdita di carico si riduce a:

$$y_3 = \zeta_3 \frac{V^2}{2g} \frac{\delta^0}{90} \text{ metri d'acqua;}$$

ζ_3 varia con r e col diametro D del tubo, come segue:

$\frac{r}{D} =$	5	4	3	2,5	2	1,5	1,25	1	0,75
$\zeta_3 =$	0,130	0,133	0,136	0,138	0,150	0,170	0,205	0,280	0,600

Per valori di $\frac{r}{D} \geq 5$ (come si fa in pratica) la perdita y_3 è trascurabile.

59. Calcolazione di un condotto semplice. — Per calcolare un condotto di sezione costante che eroghi un volume d'acqua Q alla sua estremità sotto un carico H (dislivello fra il serbatoio e la bocca di erogazione) si può procedere in due modi:

1° Si fissa il carico h, che si vuole avere ancora disponibile all'estremità, e quindi la perdita di carico $Y = H - h$ che si può ammettere; e allora si trova A, o D colle formole del N. **57** (2ª formola, pel valore di A; 6ª formola pel valore di D);

2° Si fissa V, d'onde $A = \frac{Q}{V}$ e quindi D; si trova Y colle formole, e per conseguenza si ha il carico $h = H - Y$, ancora disponibile all'estremità. Onde la perdita di carico Y riesca piccola, bisogna limitare V. Generalmente V si sceglie fra $0^m,80$ e $1^m,50$; in rarissimi casi $> 2^m$ e solo per condotti grandi e brevi e con grandi carichi.

Per condotti brevi, bisogna tener conto anche della perdita di carico $\frac{V^2}{2g}$ al loro imbocco, dovuta alla velocità V che l'acqua prende nel condotto (trascurabile rispetto a Y nei condotti lunghi).

La seg. tabella XXVII agevola la calcolazione delle condotte; essa dà la portata q in litri al $1''$ e la perdita di carico y per metro di lunghezza d'una condotta per una serie di diametri da $0^m,02$ sino a 1^m, e per una velocità V nel tubo da $0^m,50$ a $2^m,50$ al $1''$ ($\beta = 0,0025$).

XXVII Tabella

Portata q in litri al secondo e perdita di carico y al metro corrente per condotte di $0^m,02 \div 1^m$ di diametro (vedi N. 59)

V m.		Diametro del tubo in metri							
		0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,08	0,100	0,125
0,50	q	0,16	0,35	0,63	0,98	1,41	2,51	3,93	6,14
	y	0,020	0,013	0,010	0,008	0,007	0,005	0,004	0,003
0,80	q	0,25	0,56	1,00	1,57	2,26	4,02	6,28	9,81
	y	0,049	0,033	0,024	0,020	0,016	0,012	0,009	0,008
1,00	q	0,31	0,71	1,26	1,96	2,83	5,03	7,85	12,27
	y	0,076	0,051	0,038	0,031	0,025	0,019	0,015	0,012
1,25	q	0,39	0,88	1,57	2,45	3,53	6,30	9,82	15,34
	y	0,118	0,079	0,059	0,047	0,039	0,030	0,024	0,019
1,50	q	0,47	1,06	1,88	2,94	4,24	7,54	11,78	18,41
	y	0,177	0,118	0,089	0,071	0,059	0,044	0,036	0,028
1,75	q	0,55	1,24	2,20	3,44	4,95	8,80	13,74	21,47
	y	0,235	0,157	0,118	0,094	0,078	0,059	0,047	0,038
2,00	q	0,63	1,41	2,51	3,93	5,65	10,05	15,71	24,54
	y	0,322	0,214	0,161	0,129	0,107	0,080	0,064	0,052

V m.		Diametro del tubo in metri							
		0,150	0,200	0,250	0,300	0,350	0,400	0,450	0,500
0,80	q	14,14	25,13	39,27	56,55	76,97	100,5	127,2	157,1
	y	0,007	0,005	0,004	0,003	0,003	0,003	0,002	0,002
1,00	q	17,67	31,42	49,09	70,69	96,21	125,7	159,0	196,3
	y	0,010	0,008	0,006	0,005	0,004	0,004	0,003	0,003
1,25	q	22,09	39,27	61,36	88,36	120,2	157,1	198,8	245,4
	y	0,016	0,012	0,010	0,008	0,007	0,006	0,005	0,005
1,50	q	26,51	47,12	73,63	106,0	144,3	188,5	238,6	294,5
	y	0,024	0,018	0,014	0,012	0,010	0,009	0,008	0,007
1,75	q	30,92	54,98	85,90	123,7	168,4	219,9	278,3	343,6
	y	0,031	0,024	0,019	0,016	0,014	0,012	0,011	0,010
2,00	q	35,34	62,83	98,17	141,4	192,4	251,3	318,1	392,7
	y	0,043	0,032	0,026	0,021	0,018	0,016	0,014	0,013
2,50	q	44,18	78,54	122,7	176,7	240,5	314,2	364,3	490,9
	y	0,065	0,049	0,039	0,033	0,028	0,024	0,022	0,019

V m.		Diametro del tubo in metri							
		0,550	0,600	0,650	0,700	0,750	0,800	0,900	1,000
0,80	q	190,1	226,2	265,5	307,9	353,4	402,1	508,9	628,3
	y	0,002	0,002	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001
1,00	q	237,6	282,7	331,8	384,8	441,8	502,6	636,1	785,4
	y	0,003	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
1,25	q	296,9	353,4	414,8	481,1	552,2	628,3	795,2	981,7
	y	0,004	0,004	0,004	0,004	0,003	0,003	0,003	0,003
1,50	q	356,4	424,1	497,7	577,2	662,7	754,0	954,2	1178,1
	y	0,007	0,006	0,006	0,005	0,005	0,005	0,004	0,004
1,75	q	415,7	494,8	580,7	673,5	773,1	879,6	1113	1374,4
	y	0,010	0,009	0,008	0,007	0,007	0,006	0,006	0,005
2,00	q	475,2	565,4	663,7	769,7	883,5	1005	1272	1570,8
	y	0,011	0,011	0,010	0,009	0,009	0,008	0,007	0,006
2,50	q	593,9	706,8	829,6	962,1	1104	1256	1590	1963
	y	0,018	0,016	0,015	0,014	0,013	0,012	0,011	0,010

60. Calcolazione di un condotto composto di tronchi. — Si abbia un condotto composto di parecchi tronchi con prese di acqua o ramificazioni all'estremità di tutti i tronchi.

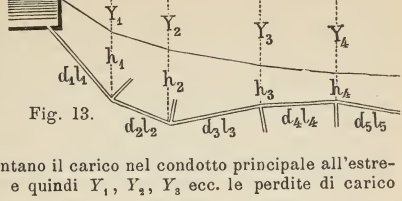


Fig. 13.

La fig. 13 rappresenta il profilo longitudinale del condotto; h_1, h_2, h_3 ecc. rappresentano il carico nel condotto principale all'estremità di cadaun tronco; e quindi Y_1, Y_2, Y_3 ecc. le perdite di carico corrispondenti.

Sieno: $d_1\ l_1$; $d_2\ l_2$ ecc. il diametro e la lunghezza di cadaun tronco; Q la portata del condotto all'origine e q_1, q_2 ecc. i volumi d'acqua erogati al 1″ all'estremità di cadaun tronco. Si avranno le perdite seguenti di carico alla fine del primo e successivi tronchi:

$$Y_1 = \beta\ l_1\ \frac{Q^2}{{d_1}^5};\quad Y_2 = Y_1 + \beta\ l_2\ \frac{(Q-q_1)^2}{{d_2}^5}$$

$$Y_3 = Y_2 + \beta\ l_3\ \frac{(Q-q_1-q_2)^2}{{d_3}^5};\ \text{ecc.}$$

Coi valori di Y_1 Y_2 ecc. si costruisce una spezzata (linea di carico), le cui ordinate rispetto al condotto rappresentano il carico in m. d'acqua nei punti corrispondenti del condotto stesso.

I carichi h_1, h_2 ecc. sono anche i carichi iniziali per le ramificazioni, le quali si calcoleranno alla loro volta come altrettanti condotti semplici o composti, secondo il caso, colle stesse regole dei N.i **59** e ***60***.

Si può anche fissare a priori la linea di carico, e quindi i valori di Y_1 Y_2 ecc. d'onde si possono dedurre i diametri dei successivi tronchi, cavandoli dalle stesse formole precedenti.

6. DISTRIBUZIONE D'ACQUA

61. Volume d'acqua da distribuire. — Volume complessivo d'acqua per abitante e per giorno, almeno litri 150 ÷ 200, cioè almeno 75 litri pel consumo privato, e altrettanto pel servizio pubblico.

Nel calcolo della tubazione e delle macchine si prenderà per base il periodo del massimo consumo d'acqua, che avviene in certe ore, specialmente nella mattina. In generale sarà prudente di calcolare in base a un massimo consumo all'ora di $^1/_{10}$ del complessivo consumo di tutta la giornata di 24 ore. Nel periodo di minimo consumo, l'erogazione all'ora può scendere a $^1/_{100}$ del consumo giornaliero.

Il consumo mensile nel cuor dell'inverno è inferiore di 7 ÷ 8 %, e nel cuor dell'estate superiore persino di 25 % al medio consumo mensile durante l'anno.

La velocità normale delle macchine si prenderà $^2/_3$ circa della massima ammissibile, onde poter provvedere a dar più acqua in caso di bisogno.

Volume d'acqua richiesto dai servizi pubblici e privati:

Minimo consumo per individuo al giorno 25 ÷ 30 litri per l'uso personale, l'economia domestica, le ritirate, ecc.; per cavallo 50 ÷ 75, per carrozza 50. 1^{mq} di strada richiede, per ogni inaffiamento, 1 litro d'acqua (nell'estate 2 ÷ 3 inaffiamenti al giorno); 1^{mq} di giardini e parchi 1,5 ÷ 2,5 litri al giorno (nell'estate). Il servizio di un grande albergo richiede 100 litri per persona al giorno. Per una scuola 2 litri per testa; per una caserma 20 litri per testa e 40 per cavallo; per un ospitale 100 ÷ 150 per ammalato; per un macello 300 ÷ 400 per capo; per un mercato 5 litri per mq. al giorno. Una macch. a vapore può consumare 400 ÷ 600 litri per cavallo e per ora se è a condensaz., e sino a 15 ÷ 25 litri se senza condensaz., secondo che la macchina è di grande o piccola forza. Una motrice a pressione d'acqua consuma 3, 4, 5, 6, litri per cavallo e per ora, secondo che la pressione è di 50, 40, 30, 25 m.

Portata dei robinetti d'attingim. almeno 1 litro al $1''$; delle fontane pubbliche almeno 2 litri, delle bocche di inaffiam. almeno 3 ÷ 4 litri. Bocche da incendio, portata secondo le pompe cui devon servire.

L'acqua, per esser potabile, deve avere una temp. di al più 12° e contenere meno di 0,0003 di sali calcari e di 0,000035 di materie organiche.

62. Tubazione. — *Tubi stradali:* si fanno di ghisa a manicotto (vedi « Tubi » nella parte Meccanica) e non hanno, per regola, un diametro < 75 mm. Si collocano sotto terra a 1,40 ÷ 1,60 m. di profondità. È bene che sieno incatramati a caldo dentro e fuori.

Diramazioni alle case: si fanno in ghisa o piombo. Una casa piccola di 2 ÷ 3 piani richiede un tubo di 20 ÷ 25 mm.; le case grandi con 4 ÷ 5 piani, un tubo di 26 ÷ 40 mm. Diametro dei tubi per cucina, bagno, ritirata 10 ÷ 15 mm.; rispettivi tubi di scarico 40 ÷ 60 mm.

Pressione minima nella condotta alle diramazioni delle case non minore dell'altezza del piano più alto, più almeno 4 ÷ 5 m.

Altezza dei getti da fontana: è appross. (media delle esperienze del prof. Cappa) per una pressione di h metri, e per h non $> 50^m$:

$$h_1 = 0{,}93\,h - 0{,}007\,h^2.$$

Spessore dei tubi. Per tubi di ghisa, ferro, rame, piombo, vedi « Tubi » nella parte « Meccanica ». Essi si calcolano e si provano per 10 atmosfere per tutti i casi di pressioni inferiori alla metà di questo limite. Per pressioni maggiori di 50^m (5 atmosfere) converrà provarli a una pressione doppia dell'effettiva. Per debolissime pressioni (condotte agricole) si può far uso di tubi di cemento, pel cui spessore vedi « Tubi. »

63. Filtrazione dell'acqua. — Spessore complessivo dello strato filtrante $1^m,5 \div 2^m,5$, superiormente di sabbia, e nel resto di ghiaia e ciottoli. Carico d'acqua sul filtro $0^m,75 \div 1^m,50$.

Volume d'acqua filtrata per mq. di superficie filtrante in 24 ore: varia da 4^{mc} a 8^{mc} secondo che il carico varia fra $0^m,75 \div 1^m,50$, e anche secondo il grado di purezza dell'acqua. In media si può calcolare un volume di circa 50 litri in 24 ore per mq. di superficie filtrante e per ogni cm. di carico, da diminuire sino a 25 ÷ 30 litri nel caso di acque assai torbide.

7. FOGNATURA

64. Volume di liquidi da smaltire. — Si determina in base alla quantità massima di pioggia, e a una determinata quota per abitante, sull'area alla quale la fogna serve di scarico.

Per la massima quantità di pioggia vedi N. ***78***. Se l'acqua proviene soltanto dai tetti e da aree lastricate, si calcola che almeno 60 % arrivi alla fogna; se da terreni, giardini, ecc., almeno 35 %. — La quota per abitante varia secondo il consumo d'acqua, ma si può ritenere in media di 0,002 litri al 1″. Secondo la densità della popolazione, c'è, in una città, un abitante per ogni $25 \div 50$ mq. di superficie. — Supposta 20 mm. la massima pioggia caduta in un'ora, e ritenuto di doverne smaltire in media 50 %, si arriva, compresa la quota per abitante, a un totale di $28 \div 29$ litri da smaltire al 1″ per ettaro. Comunemente si calcola $20 \div 30$; ma è insufficiente nelle pioggie straordinarie.

Secondo che si adotta il sistema di mandar *tutto alla fogna,* oppure di canalizzare le acque lorde separatam. da quelle di pioggia, si assegneranno le portate delle singole condotte in base ai dati precedenti.

Allorquando si utilizzano le acque di fogna per l'irrigazione, si può calcolare di poterle smaltire in ragione di 1 litro sino a un massimo (non consigliabile) di 4 litri al 1″ per ettaro irrigato.

65. Condotti di fognatura. — Condutture interne: condotti pluviali, con camera di deposito e sifone, o valvola di arresto, prima dell'immissione nella fogna stradale; condotti per le acque di rifiuto (acquai, ecc.) e per l'acqua delle ritirate (calcolata in ragione di almeno 10 litri al giorno per persona), con sifone all'entrata nel collettore, e con tubi di ventilazione spinti sin sopra del tetto; collettore di $0^m,15 \div 0^m,30$ di diam., diretto alla fogna stradale con sifone.

Pendenze: condotti interni, al minimo 0,5 %; meglio $1 \div 2$ %. Fogne stradali, almeno $0,3 \div 0,5$ %; pei grandi fognoni con acqua abbondante, anche $0,1 \div 0,2$ %.

Fogne stradali, ordinariam. in muratura o cemento a sezione ovoidale. Detto ρ il raggio della volta semicircolare all'intradosso, si farà il raggio di curvatura delle spalle $= 3\,\rho$, e quello dell'arco rovescio inferiore $= 0,5\,\rho$, prendendo l'altezza complessiva interna $= 3\,\rho$. — Con queste dimensioni si ha, per la calcolazione del condotto:

Pel caso che l'acqua riempia tutta la sezione:

Sezione $A = 4,59\,\rho^2$; contorno bagnato $C = 7,93\,\rho$; raggio medio $R = 0,58\,\rho$; velocità media $V = 0,76\,k\sqrt{\rho\,i}$; portata $Q = 3,50\,\sqrt{\rho^5\,i}$ (i pendenza, k come al N. ***50***, formula Kutter).

Pel caso che l'acqua non arrivi che all'imposta:

$A = 3,023\,\rho^2$; $C = 4,79\,\rho$; $R = 0,63\,\rho$; $V = 0,795\sqrt{\rho\,i}$: $Q = 2,40\,k\sqrt{\rho^5\,i}$.

Spessore della volta $1 \div 2$ teste, dell'arco rovescio $2 \div 3$ teste, per valori di ρ da $0^m,30$ a $0^m,75$.

66. Drenaggio. — Col drenaggio si può asportare 30 % della quantità d'acqua piovuta nei terreni argillosi assai tenaci; 40 % nei terreni argillosi di media tenacità; $45 \div 50$ % nei terreni ghiaiosi con strato vegetale più o meno grosso.

8. TRAVERSE E CHIUSE

67. Traverse a stramazzo. — H rigurgito da produrre colla traversa; b lunghezza della soglia; Q portata della traversa. Si farà una traversa a soglia libera o sommersa, secondo che:

$$Q \lesseqgtr \mu_0 bH\sqrt{2gH}$$

Traverse libere: sieno B, a larghezza e profondità del fiume,

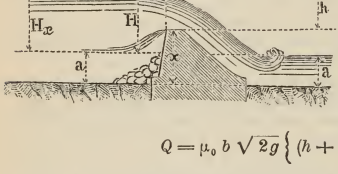


Fig. 14.

$c = \dfrac{Q}{B\,(a+H)}$ velocità media dopo l'erezione della traversa (fig. 14), $k = \dfrac{c^2}{2g}$ carico corrispondente, spesso trascurabile rispetto all'altezza h dello stramazzo. Si ha:

$$Q = \mu_0\, b\,\sqrt{2g}\left\{(h+k)^{3/2} - k^{3/2}\right\}$$

d'onde h e quindi l'altezza x della traversa sul fondo:

$$h = \left(\frac{Q}{\mu_0\, b\,\sqrt{2g}} + k^{3/2}\right)^{2/3} - k; \qquad x = a + H - h.$$

Traverse sommerse, briglie (fig. 15):

$$Q = b\,\sqrt{2g}\left\{\mu_0\left[(H+k)^{3/2} - k^{3/2}\right] + \mu\,(h-H)\,\sqrt{H+k}\right\}$$

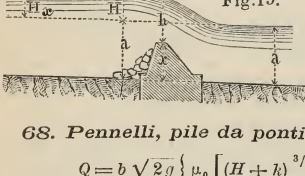


Fig.15.

d'onde colle opportune operazioni si cavano h, x come sopra.

Pei valori di μ_0 e di μ vedansi i N.i ***40, 41*** e ***31-34*** per ambo i casi.

68. Pennelli, pile da ponti. — Si ha il rigurgito H dalla:

$$Q = b\,\sqrt{2g}\left\{\mu_0\left[(H+k)^{3/2} - k^{3/2}\right] + \mu\, a\,\sqrt{H+k}\right\}$$

in cui b indica la luce libera nella sezione ristretta dall'ostacolo. Per le pile da ponte a profilo rotondo o in punta, $\mu_0 = 0{,}60$; $\mu = 0{,}90$; per gli altri casi, in cui il petto dell'ostacolo sia piano, $\mu_0 = 0{,}57$; $\mu = 0{,}80$.

69. Chiuse a porte. — Vedi i N.i ***30*** a ***36***.

70. Ampiezza del rigurgito prodotto dalle traverse e chiuse. — Per assai piccole altezze H di rigurgito, si può ritenere il pelo d'acqua rigurgitato come orizzontale; quindi, indicando con H_x l'altezza del rigurgito alla distanza L_x dalla traversa, con i la pen-

denza del letto per metro corrente (in m.) e con a la profondità primitiva (fig. 14, 15), si avrebbe: $L_x = \frac{H - H_x}{i}$.

Con maggior approssimazione si prenderà, per H qualunque:

$$L_x = \frac{a}{i}\left\{\varphi\left[\frac{H}{a}\right] - \varphi\left[\frac{H_x}{a}\right]\right\}.$$

φ è una funzione, i cui valori si hanno dalla seguente tabella:

$\frac{H}{a}$	$\varphi\left[\frac{H}{a}\right]$	$\frac{H}{a}$	$\varphi\left[\frac{H}{a}\right]$	$\frac{H}{a}$	$\varphi\left[\frac{H}{a}\right]$	$\frac{H}{a}$	$\varphi\left[\frac{H}{a}\right]$
0,01	0,0067	**0,3**	1,3428	**1,4**	2,7264	**2,5**	3,8745
0,02	0,2444	**0,4**	1,5119	**1,5**	2,8337	**2,6**	3,9768
0,03	0,3863	**0,5**	1,6611	**1,6**	2,9401	**2,7**	4,0789
0,04	0,4889	**0,6**	1,7980	**1,7**	3,0458	**2,8**	4,1808
0,05	0,5701	**0,7**	1,9266	**1,8**	3,1508	**2,9**	4,2826
0,06	0,6376	**0,8**	2,0495	**1,9**	2,2553	**3,0**	4,3843
0,07	0,6958	**0,9**	2,1683	**2,0**	3,3594	**3,5**	4,8491
0,08	0,7482	**1,0**	2,2839	**2,1**	3,4631	**4,0**	5,3958
0,09	0,7933	**1,1**	2,3971	**2,2**	3,5564	**4,5**	5,8993
0,1	0,8353	**1,2**	2,5683	**2,3**	3,6694	**5,0**	6,4120
0,2	1,1361	**1,3**	2,6179	**2,4**	3,7720	—	—

Il rigurgito cessa di esser sensibile a una distanza all'incirca di: $L = \frac{H}{i}$ per piccoli H; e di: $L = \frac{a}{i}\varphi\left[\frac{H}{a}\right]$ nel caso generale.

Esempio: sia $a = 1^m$, $i = 0^m,0005$, $H = 2^m$. Si vuol sapere a qual distanza L_x il rigurgito sarà ancora di $1^m,20$. Si avrà:

$$L_x = \frac{1}{0,0005}\left\{3,3594 - 2,5683\right\} = 1582^m.$$

Il rigurgito non sarebbe più sensibile a una distanza $L = 6719^m$. Ritenendo il pelo d'acqua orizzont. si avrebbe: $L_x = 1600^m$; $L = 4000^m$.

9. IRRIGAZIONE

71. Acqua necessaria all' irrigazione.

Quantità. — Acqua continua necessaria per ogni ettaro irrigato: terreni a coltivazione mista $0,8 \div 1,6$ litri, in media 1 litro al $1''$; risaie $1,25 \div 5$, marcite $35 \div 45$ litri al $1''$ secondo la natura del terreno. — Durante l'inaffiamento, 1 ettaro richiede: prati irrigui $10 \div 15$ litri al $1''$ (una volta ogni $10 \div 14$ giorni); orti $15 \div 20$ (6 ore ogni $6 \div 8$ giorni).

Quantità degli scoli = da $^1/_3$ (terreni poco assorbenti, argillosi) a $^1/_8$ (terreni ghiaiosi e sabbiosi) dell'acqua impiegata.

Costo dell'acqua d' irrigazione: canali demaniali in Piemonte e Lombardia circa £ 25 all'anno per litro d'acqua continua al $1''$; Canale Villoresi £ 35; Canale Agro-veronese £ 27; Canale del Ledra £ 17,50.

Pendenze dei terreni irrigui: $0^m,002$ per metro nei terreni a vicenda; $0^m,025 \div 0^m,03$ nelle ali delle marcite; $0^m,01 \div 0^m,015$ nei prati irrigui; $0^m,005 \div 0^m,008$ nei canaletti d'irrigazione (adacquatrici).

72. Orario e ruota. — Cadaun utente di un canale di portata Q ha l'uso intero dell'acqua per O ore continue (orario) in un periodo di R giorni (ruota). Questo diritto equivale all'uso continuo dell'acqua di un canale, la cui portata q (competenza) sarebbe:

$$q = Q\,\frac{O}{24\,R}$$

Per terreni poco assorbenti (forti) basta una ruota di $10 \div 14$ giorni; per terreni permeabili (leggieri) si richiede una ruota di $7 \div 10$ giorni.

73. Moduli per la misura dell'acqua di irrigazione. — Portata in litri al $1''$ dei moduli principali:

Modulo italiano	litri 100	Oncia cremonese	litri $16 \div 20$
Oncia milanese (bocca di 1 oncia ..	» 35	Oncia lodigiana	» $17 \div 22$
Oncia milanese (bocca di 10 once ...	» 47	Oncia pavese	» 19
Oncia novarese	» 36	Quadretto mantovano ...	» 314
Oncia di Caluso	» 24	Quadretto veronese	» 145
Oncia cremasca	» 18	Modulo piemontese... ..	» 56

10. BONIFICAZIONI

74. Calcolazione dei canali di scolo.

Pendenza. — I canali principali di scolo e il loro collettore si tracciano per le vie più brevi e più depresse, colla pendenza naturale del terreno (pendenze ordinarie $0^m,00015 \div 0^m,00003$ per m.; velocità medie corrispondenti $0^m,50 \div 0^m,15$).

Altezza dell'acqua. — Stabilito il piano del fondo in relazione allo scarico, si lascia fra il pelo d'acqua e il piano della campagna un franco di almeno $0^m,30$ pei prati, $0^m,60$ pei terreni a coltura (tener presente che il piano delle paludi prosciugate, assettandosi, si abbassa dapprima di $0^m,20 \div 0^m,30$, e più tardi sino a $0^m,50 \div 0^m,80$).

Larghezza. — Sia Q la portata, i la pendenza per metro, a l'altezza dell'acqua, b la media delle larghezze alla superficie e al fondo. Per scarpe di 1,5 di base su 1 di altezza, come d'uso, si ha:

$$\text{raggio medio: } R = \frac{ab}{b + 2{,}1\,a}; \quad \text{velocità media: } V = \frac{Q}{ab}.$$

Si trova allora b per tentativi, assumendo diversi valori di b e ponendo i valori corrispondenti di R, V nella formola Bazin (N. ***50***), in cui si ponga, trattandosi di canali a piccolissima pendenza:

$$\alpha = 0{,}00028; \quad \beta = 0{,}00038.$$

Il valore di b che la soddisfa, è il richiesto.

75. Volume d'acqua da scolare. — In generale si calcola in base alla massima altezza d'acqua piovuta durante 24 ore sull'area da bonificare in un lungo periodo di anni (vedi N. ***78***), supponendo che quest'acqua, fatta la deduzione per evaporazione e assorbimento, debba tutta smaltirsi in 24, o al più in 36 ore. Deducendo, per prudenza, sol-

tanto $30 \div 35\ ^0/_0$, molto più perchè si tratta di terreni che trovansi già inzuppati, si calcolerà di dover smaltire da 0,70 (per piccoli bacini) a 0,65 (per grandi bacini) del mass. volume d'acqua piovuta nel bacino.

In media generale, il volume da scolare risulta:

0,80 ÷ 1 litro circa al 1″ per ettaro nella regione del Po;
1,2 litri circa al 1″ per ettaro nella Toscana e Maremma;

includendo nel computo degli ettari anche la superficie, non appartenente alla bonifica, che si scarica per la stessa chiavica maestra.

Per sicurezza converrà però calcolar la sezione del collettore in base alla seguente portata:

1,5 ÷ 2 litri al 1″ per ettaro (secondo la natura meno o più sortumosa del terreno) per bonificazioni senza macchine idrofore;
1,2 ÷ 1,5 litri al 1″ per ettaro per prosciugamenti meccanici.

76. Prosciugamento meccanico. — Macchine idrofore da calcolarsi pel massimo volume d'acqua e per una prevalenza massima = alla differenza fra il massimo livello a cui si possono tollerare le acque interne e il livello di massima piena dello scaricatore, in cui le acque sollevate si devono versare.

Numero di giornate del prosciugamento meccanico (nella regione del Po) = 40 ÷ 120 all'anno.

Capitale di impianto (canali, macch. e fabbricati) = in media £ 150 per ettaro. — Spesa annua d'esercizio e d'ammortamento = in media al doppio dell'interesse del capitale d'impianto.

11. RESISTENZA DELL'ACQUA AI CORPI IMMERSI

77. Coefficienti di resistenza per corpi di diverse forme. — Sia A l'area in mq. della proiezione del corpo, o della sua parte immersa, su un piano perpendicolare al movimento; v la velocità del corpo, e $\pm c$ la velocità dell'acqua (+ se nel senso di v, — se in senso contrario, *zero* se l'acqua è immobile) in m. al 1″.

La resistenza offerta dell'acqua al corpo in moto, o viceversa la pressione esercitata dall'acqua in moto sul corpo in essa immerso (pel caso delle vene isolate urtanti una superficie, vedi N. ***27***) è data da:

$$P = mA\ (v \mp c)^2.$$

m varia secondo la forma anteriore del corpo, ma dipende anche dalla superficie laterale e posteriore. Approssim. si può ritenere:

Lastra piana, normale alla direz. del moto ...	$m = 100 \div 120$
Prisma o cilindro, asse nella direz. del moto..	$m = 60 \div 85$
Prisma o cilindro con punta anteriore ± acuta.	$m = 25 \div 50$
Sfera	$m = 25$
Barche e navi di forma ± snella.....	$m = 15 \div 25$
Piroscafi in fiumi stretti e canali	$m = 12 \div 15$
Piroscafi ordinari di mare e di lago	$m = 7 \div 10$
Piroscafi celeri di mare.....	$m = 3 \div 5$

12. METEREOLOGIA E IDROLOGIA

XXVIII Tab. — Dati metereologici (da tab. del prof. Paladini)

Stazione	Altitudine	Media pioggia annuale		Massima siccità dal 1° aprile a fine sett. (1882-1886)				Media annuale dei giorni di brina e gelata (1882-86)	Media annuale dei giorni con grandine (1874-82)
				1° aprile a fine giugno		1° luglio a fine settembre			
		Altezza piovuta	Giorni piovosi	massimo periodo	media dei massimi	massimo periodo	media dei massimi		
	m.	mm.	gior.	giorni	giorni	giorni	giorni	giorni	giorni
Alessandria	98	668	82	16	12	17	15	29	1,2
Ancona	30	727	107	13	11	19	14	3	1,9
Aosta	600	572	72	—	—	—	—	—	—
Aquila	735	650	118	19	11	22	15	22	3,1
Arezzo	274	987	138	—	—	—	—	—	—
Ascoli Piceno	166	897	83	—	—	—	—	—	—
Bari	—	529	63	29	20	41	27	3	—
Belluno	404	1427	129	16	12	24	17	47	4,5
Benevento	170	752	100	—	—	—	—	—	—
Bergamo	382	1290	108	—	—	—	—	—	—
Biella	434	1321	94	—	—	—	—	—	—
Bologna	85	635	92	—	—	—	—	—	3,3
Brà	316	647	71	—	—	—	—	—	—
Brescia	172	975	113	—	—	—	—	—	4,1
Cagliari	—	434	84	60	42	66	54	1	1,8
Caltanisetta	570	444	76	48	33	68	58	4	2,2
Camerino	664	1027	106	18	12	13	11	18	0,2
Casale Monf.	121	834	91	—	—	—	—	—	—
Caserta	76	951	86	—	—	—	—	—	—
Catania	31	475	46	41	34	65	46	—	—
Catanzaro	343	970	85	28	27	45	35	1	—
Chieti	341	751	90	18	15	24	19	—	—
Chioggia	10	930	120	—	—	—	—	—	—
Como	212	1319	110	—	—	—	—	—	—
Cosenza	256	1202	119	23	16	35	25	12	10,2
Cuneo	555	1001	106	—	—	—	—	—	—
Domodossola	294	1420	104	19	13	13	11	37	—
Ferrara	15	607	108	—	—	—	—	—	—
Firenze	73	917	106	21	14	34	21	3	5,3
Foggia	87	463	80	21	13	23	17	10	1,7
Forlì	49	647	108	12	10	19	13	11	—
Genova	54	1307	124	30	19	29	21	3	3,3
Grosseto	32	669	92	—	—	—	—	—	—
Jesi	118	569	81	—	—	—	—	—	—
Lecce	72	542	109	39	23	37	26	1	1,5
Livorno	24	872	96	35	13	47	31	3	4,9
Lucca	31	1328	129	—	—	—	—	—	—
Mantova	40	644	82	—	—	—	—	—	—
Messina	—	602	100	—	—	—	—	—	—
Milano	147	1000	101	24	15	16	14	22	3,8
Modena	64	716	87	18	10	30	19	29	2,1
Moncalieri	259	785	89	—	—	—	—	—	—

Stazione	Altitudine	Media pioggia annuale		Massima siccità dal 1° aprile a fine sett. (1882-1886)				Media annuale dei giorni di brina e gelata (1882-86)	Media annuale dei giorni con grandine (1874-82)
				1° aprile a fine giugno		1° luglio a fine settembre			
		Altezza piovuta	Giorni piovosi	massimo periodo	media dei massimi	massimo periodo	media dei massimi		
	m.	mm.	gior.	giorni	giorni	giorni	giorni	giorni	giorni
Mondovì	556	876	88	—	—	—	—	—	—
Montecassino	527	1068	132	—	—	—	—	—	—
Napoli	149	824	110	24	20	48	28	2	2,8
Napoli	57	916	104	—	—	—	—	—	—
Novara	168	1045	84	—	—	—	—	—	—
Oderzo	21	905	116	—	—	—	—	—	—
Padova	31	861	100	—	—	—	—	—	2
Palermo	72	596	110	66	34	44	33	1	4,6
Palermo	22	581	97	—	—	—	—	—	—
Parma	89	634	86	10	9,5	27	18	32	—
Pavia	98	757	100	—	—	—	—	—	—
Perugia	520	1022	120	13	12	19	14	20	—
Pesaro	14	568	83	13	11	30	20	13	—
Pescia	81	1452	?	—	—	—	—	—	—
Piacenza	72	734	89	—	—	—	—	—	—
Pordenone	31	1619	111	—	—	—	—	—	—
Porto Ferraio	5	599	66	18	17	46	40	—	—
Porto Maurizio	63	947	75	20	16	44	29	2	1,7
Porto Torres	10	449	50	26	19	55	40	—	—
Potenza	828	610	114	11	9	35	21	16	3,8
Reggio Calabria	18	536	101	23	21	58	48	1	—
Reggio Emilia	62	808	85	—	—	—	—	—	—
Rimini (Porto)	—	779	88	—	—	—	—	—	—
Roma	50	760	94	23	15	37	25	9	5,1
Roma (camp.)	63	842	119	—	—	—	—	—	—
Salerno	53	965	91	—	—	—	—	—	—
Sanremo	37	746	58	—	—	—	—	—	—
Savona	26	1073	?	—	—	—	—	—	—
Siena	349	784	121	—	—	—	—	—	2,8
Siracusa	22	473	68	56	33	53	40	5	1,4
Torino	275	826	100	16	12	20	17	15	2,9
Treviso	26	1123	108	—	—	—	—	—	—
Urbino	451	1020	109	11	10	45	29	9	1,5
Udine	116	1551	152	—	—	—	—	—	3,6
Varallo	465	1831	117	—	—	—	—	—	—
Velletri	380	1067	131	—	—	—	—	—	—
Venezia	21	789	97	15	12	26	17	10	2,9
Verolanuova	70	958	88	—	—	—	—	—	—
Verona	66	844	91	21	15	16	14	15	—
Vicenza	56	1159	100	—	—	—	—	—	2,6
Vigevano	115	807	87	—	—	—	—	—	—

78. *Pioggia media e massima.*

Pioggia media annuale. — La tabella XXIII dà la pioggia media annuale in diverse stazioni del Regno. Per un'altra stazione qualunque A della regione alpina, si può trovare approssimat. l'altezza pluviometrica H_a in funzione dell'altezza pluviometr. H_s di una sta-

zione S dello stesso bacino idrografico data dalla tabella, colla formola del prof. Paladini:

$$H_a = H_s - 0{,}01\ [0{,}1\ (\Delta\ h + \Delta\ l) + 0{,}85\ \Delta\ d]$$

$\Delta\ h$ = differenza di altitudine da S a A in m. (purchè non $>$ 300^m);
$\Delta\ l$ = differenza della distanza dal mare da S a A in chilometri (purchè non $>$ 100 km.);
$\Delta\ d$ = differenza di distanza dalla cresta più elevata dei monti partiacque da S a A in km. (purchè non $>$ 100 km.).

Esempio. - Per Bergamo, riferita a Milano, si ha: $\Delta\ h = 135^m$; $\Delta\ l = -37$ km.; $\Delta\ d = -35$ km. La formola dà $H_a = 1^m{,}200$, invece di $1^m{,}29$ dato dalla tabella.

Massima pioggia. In un'ora: Firenze (1868) 58^{mm} in 35′ (99 all'ora); Finale Emilia (1878) 70^{mm} in un'ora; Genova (1872) 50^{mm}. — In un giorno (1872-1882): Genova 230 mm., Belluno 190, Livorno 168, Messina 141, Verona 135, Pallanza 108. — In una decade (1882): Bosco Consiglio 647 mm., Longarone 576, Belluno 395. — In un mese (1872): Domodossola 856 mm., Genova 776, Biella 641. — In un anno: Tolmezzo 4^m.

79. *Ripartizione dell'acqua piovuta.* — Dell'acqua che cade annualmente, 30 ÷ 60 %, si ritiene che defluisca nei corsi d'acqua alla superf. del suolo (si è presunto il deflusso di 66 % pel bacino del Tevere, ma non è sicuro; le osservazioni sui fiumi in Francia e Germania diedero 33 ÷ 47 %). Il resto viene assorbito ed evaporato. In mancanza di dati positivi, converrà non contare che su un minimo di 30 a 35 % per calcolazione di bacini collettori e simili; e ammettere un massimo di 60 ÷ 65 % per bonifiche ecc.

80. *Idrologia d'Italia.*

a) Fiumi alpini (secondo misure dirette).

Fiume	Luogo dell'idrometro	Altezze idrometriche					Portata al 1″				
		magra mass. m	magra media m.	media m.	guardia m.	piena mass. m.	magra mass. mc.	magra media mc.	media mc.	piena mass. mc.	
Adda	Como	−0,44	0,00	1,37	1,80	3,95	18	37	181	827	Allo sbocco dal lago
Mincio	Peschiera	0,00	0,50	1,00	1,50	2,17	24	51	81	167	
Oglio	Sarnico	−0,02	0,05	—	1,00	2,78	13	20	—	—	
Ticino	Sesto Calende	−0,57	−0,34	0,46	2,00	6,94	50	80	370	4770	
Tresa	Ponte Tresa	−0,05	0,06	0,53	2,00	2,56	4,6	6	25,8	250	
Adige	Verona	−2,60	−2,23	—	—	3,18	93	159	—	1700	All'idrometr.
Po	Torino	0,65	1,00	1,89	3,50	6,13	38	—	140	1250	
Po	Pontelagosc.ro	0,38	1,41	3,24	6,00	9,32	210	820	1612	6000	

b) Laghi alpini.

	Lugano	Como	Maggiore	Iseo	Garda
Idrometro di	P. Tresa	Como	Sesto Cal.	Sarnico	Peschiera
Quota zero idrometro m.	270,50	193,04	192,65	189,68	64,07
Alt. idrom. minima m.	— 0,05	— 0,44	— 0,57	— 0,02	0,00
Alt. idrom. massima m.	2,56	3,95	6,94	2,79	2,17
Superficie in chilom. q.	50	156	198	58,5	362

c) Fiumi principali d'Italia (secondo dati ufficiali).

Fiume	Superf. del bacino chm.q.	Lungh. del corso chm.	Largh. in m. del corso inferiore	Portata in metri cubi al 1" nel corso inferiore		
				minima	massima	media
Adda	7989	313	80 ÷ 100	18	1000	200
Adige	12200	410	60 ÷ 200	100	2500	220
Aniene	1415	118	35	20	480	—
Arno	8444	248	120	15	2000	100
Aterno	3130	152	250	18	2790	42
Bacchiglione	1600	113	50	38	770	78
Bormida	2190	153	75	—	1000	70
Brembo	885	72	50	—	350	24
Brenta	2304	160	116	25	1036	139
Chiana	1173	63	40	—	520	19
Dora baltea	4322	160	200	—	2000	215
Dora riparia	1231	125	50	—	500	57
Liri	5020	168	50	25	1340	—
Magra	1512	65	280	12	3050	40
Mincio	2044	75	—	35	150	77
Nera	4059	126	30	100	2800	169
Ofanto	2590	166	56	1,50	2310	66
Oglio	6641	280	80	36	320	137
Ombrone	4200	166	150	—	1974	90
Panaro	2292	166	45	1	691	37
Piave	4100	220	300	40	3000	60
Po	69382	672	300	214	7000	1720
Reno	4688	220	120	—	1160	95
Secchia	1250	157	90	4	788	42
Sele	3252	68	85	28	1200	105
Serchio	1167	110	150	16	1520	52
Serio	1215	124	50	—	450	22
Sesia	2920	138	250	40	1350	78
Tagliamento	2590	170	80	50	1500	80
Tanaro	7984	276	200	—	1700	133
Taro	2083	150	50	—	1200	42
Tevere	16721	393	100	160	4500	267
Ticino	7228	248	120	54	5000	319
Toce	1613	83	130	14	1080	93
Velino	2238	90	18	48	1260	60
Volturno	5677	185	100	32	2000	70

d) Scala dei deflussi Q *di alcuni fiumi*, secondo l'altezza h sullo zero dell'idrometro (dati dell'ing. Valentini):

Adda (idrom. di Como) ..... $Q = 31{,}26\ (1{,}18 + h)^2$
Adige (idrom. di Albaredo) ..... $Q = 73{,}39\ (3{,}04 + h)^2$
Arno (idrom. di Pisa) ..... $Q = 46{,}70\ (0{,}46 + h)^2$
Mincio (idrom. di Desenzano) .... $Q = 21{,}18\ (0{,}85 + h)^2$
Po (idrom. di Pontelagoscuro).... $Q = 82{,}05\ (7{,}18 + h)^2$
Reno (idrom. di Molinazzo) ..... $Q = 22{,}73\ (3{,}31 + h)^2$
Tevere (idrom. di Ripetta)..... $Q = 8{,}07\ (5{,}34 + h)^2$
Ticino (idrom. di Sestocalende) .. $Q = 103{,}95\ (1{,}26 + h)^2$

e) Portata di alcuni canali. — Canale Cavour 110^{mc}; Naviglio Grande 65^{mc}; Muzza 61^{mc}; Can. Villoresi 44^{mc}; Martesana 27^{mc}.

PNEUMATICA

1. FORMOLE GENERALI

81. Misura della pressione esercitata dai gas. — Sia p la pressione espressa in kg. per mq.; p_a la pressione in atmosfere; h_a h_m H la stessa press. in m. d'acqua, di mercurio, o del gas medesimo; γ peso specifico o densità (peso in kg. di 1^{mc} del gas). Si ha:

$$p_a = \frac{p}{10330}; \quad h_a = \frac{p}{1000}; \quad h_m = \frac{p}{13600}; \quad H = \frac{p}{\gamma}$$

82. Pressione atmosferica. — Suo valore espresso in:

kg. per mq. di superficie premuta..	kg.	10330
kg. per cmq. di superficie premuta..	kg.	1,033; o circa kg. 1,00
colonna d'acqua.....	m.	10,33; o circa m. 10
colonna di mercurio	m.	0,76
libbre inglesi per pollice quadrato ..	lb.	14,7 ; o circa lb. 15.

83. Misura barometrica delle altezze. — La distanza verticale fra due stazioni si ottiene appross. moltiplicando la differenza in mm. fra le rispettive altezze barom. B, b, per l'altezza in m., alla quale corrisponde ogni mm. di differenza, secondo la seg. tabella:

Media delle temper. alle due stazioni	Altezza in m. corrispondente a 1^{mm} di differenza pei seg. valori (in mm.) della media fra le due altezze barom. B, b										
	760	**750**	**740**	**730**	**720**	**710**	**700**	**650**	**600**	**550**	**500**
— 5°	10,4	10,5	10,7	10,8	11,0	11,1	11,3	12,1	13,2	14,4	15,8
0°	10,6	10,7	10,9	11,0	11,2	11,3	11,5	12,4	13,4	14,6	16,1
+ 5°	10,8	11,0	11,1	11,2	11,4	11,5	11,7	12,6	13,6	14,9	16,4
+ 10°	11,0	11,1	11,3	11,4	11,6	11,7	11,9	12,8	13,9	15,2	16,7
+ 15°	11,2	11,3	11,5	11,6	11,8	11,9	12,1	13,1	14,1	15,4	17,0
+ 20°	11,4	11,5	11,7	11,8	12,0	12,2	12,3	13,3	14,4	15,7	17,3
+ 25°	11,6	11,7	11,9	12,0	12,2	12,4	12,5	13,5	14,6	16,0	17,6
+ 30°	11,7	11,9	12,1	12,2	12,4	12,6	12,8	13,7	14,9	16,2	17,9
+ 35°	11,9	12,1	12,3	12,4	12,6	12,8	13,0	14,0	15,1	16,5	18,1

84. Formole approssimative pei gas.

Legge di Mariotte. A temperatura costante, le pressioni p_1 p_2 di una stessa massa di gas sono in ragione inversa dei volumi V_1 V_2.

Legge di Gay-Lussac. A pressione costante, il rapporto fra i volumi di una stessa massa di gas a diverse temperature t_1 t_2 è:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{1 + \alpha t_1}{1 + \alpha t_2} = \frac{273 + t_1}{273 + t_2} \quad (\alpha = 0{,}003665 = \frac{1}{273} = \text{coeffic. di dilataz.}).$$

Caso generale. A temp. e press. ambedue variabili, si ha:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{273 + t_1}{273 + t_2}\,\frac{p_2}{p_1}.$$

I gas naturali, nelle condizioni ordinarie, non soddisfano che appross. a queste leggi, come mostra, per la prima legge, la seg. tabella:

$\frac{V_1}{V_2}$	$p_2 : p_1$			$\frac{V_1}{V_2}$	$p_2 : p_1$		
	Idrogeno	Aria	Ac. carbonico		Idrogeno	Aria	Ac. carbonico
2	2,001	1,998	1,983	**12**	12,084	11,882	10,863
4	4,007	3,987	3,897	**14**	14,119	13,845	12,430
6	6,018	5,970	5,743	**16**	16,162	15,804	13,926
8	8,034	7,946	7,519	**18**	18,211	17,762	15,351
10	10,056	9,916	9,226	**20**	20,269	19,720	16,705

Densità (peso in kg. di 1^{mc}). Data la densità γ_0 di un gas a 0^0 e a 1^{atm} (vedi tabella X) si ha la densità γ alla temp. t e alla press. di p_a atm.:

$$\gamma = 273\,\gamma_0\,\frac{p_a}{273 + t}; \qquad \left(\text{per l'aria } \gamma = 353\,\frac{p_a}{273 + t}\right)$$

Calore specifico (N. 3): c_p cal. specif. a press. costante (dilataz. libera); c_v cal. spec. a volume cost. Loro rapporto = 1,41 per tutti i gas.

Per l'aria: $c_p = 0{,}2375$, $c_v = 0{,}1684$ calorie per grado e per kg.

Per un altro gas, si moltiplichino i numeri preced. per il rapporto fra la densità dell'aria e quella del gas (a egual press. e temp.).

Espansione e compressione a temp. costante. L lavoro in kgm., Q calorie addotte nell'espans. o sottratte nella compress. da V_1 a V_2 mc.; p, V press. e volume in un istante qualunque. Si ha:

$p_1 V_1 = p_2 V_2 = pV$: curva di ascissa V, ordin. p, un'iperbole.

$$\left.\begin{array}{l}\text{Per l'espans : } L = p_1 V_1 \text{ log. ip. } \dfrac{V_2}{V_1} = p_1 V_1 \text{ log. ip. } \dfrac{p_1}{p_2} \\ \text{Per la compr: } L = p_1 V_1 \text{ log. ip. } \dfrac{V_1}{V_2} = p_1 V_1 \text{ log. ip. } \dfrac{p_2}{p_1}\end{array}\right\} Q = \frac{L}{424}.$$

2. EFFLUSSO E CONDOTTA DEI GAS

85. Efflusso dei gas. — Sieno $p_1\,t_1$ la press. in kg. per mq. e la temperatura nell'interno del recipiente; p_2 la press. esterna. Posto $f(p) = 1 - \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{0{,}29}$, si ha la velocità d'efflusso w in m. al $1''$:

$$w = 108\,\sqrt{\left\{ c_v\,(273 + t_1)\,f(p)\right\}} \qquad (c_v = \text{calore specif. a vol. cost.})$$

Volume e peso di gas effluito da un orificio di area A, al $1''$:

$$V^{mc} = \mu\,A w; \quad G^k = V\,\gamma_1 \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{0{,}71} \qquad \begin{pmatrix}\gamma_1 \text{ densità interna} \\ \mu \text{ coeff. d'efflusso}\end{pmatrix}$$

Valori di $f(p)$:

p_2/p_1	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90
$f(p)$	0,488	0,424	0,374	0,332	0,295	0,263	0,234	0,207	0,182	0,138	0,098	0,063	0,030

Se p_2 differisce poco da p_1 (caso delle macchine soffianti, ventilatori, gas illuminante, riscaldam. e ventilaz.) si può ritenere:

$$w = \sqrt{\left\{ 2\,g\,\frac{p_1 - p_2}{\gamma_1} \right\}} \quad (\gamma_1 \text{ densità del gas alla press. interna}).$$

Se il gas di cui si tratta è aria, effluente alla temp. t_1 sotto una piccola pressione *effettiva* $p_1 - p_2$ equivalente ad h_a metri d'acqua, si ha:

$$w = \sqrt{\left\{ 2g \,.\, 800\, h_a\,(1 + 0{,}0037\, t_1) \right\}} = 125{,}22\,\sqrt{\left\{ h_a\,(1 + 0{,}0037\, t_1) \right\}}$$

Volume effluito in mc. al 1″, misurato alla press. esterna: $= \mu\, A w$.
I valori del coeff. d'efflusso μ sono circa quelli dell'acqua.

Velocità d'efflusso dell'aria sotto piccole pressioni effettive

Pressione effettiva d'efflusso		Velocità d'efflusso in m. al 1″ alla temp. di			
m. d'acqua	m. di mercurio	0°	100°	200°	300°
0,04	—	25	29	33	36
0,07	—	33	39	44	48
0,10	—	40	47	53	58
0,15	—	48	56	63	70
0,20	—	56	66	74	81
0,25	0,018	63	74	83	91
0,50	0,037	89	104	117	129
1,00	0,073	125	146	165	181
1,50	0,110	153	179	202	222
2,00	0,147	177	207	234	257
2,50	0,184	198	232	261	287
3,00	0,220	217	254	286	314

86. Condotta dei gas. — 1° Caso che il condotto sia orizzontale (oppure che il gas abbia, nel condotto, una densità media eguale a quella dell'aria esterna). Sieno $p_1\, p_2$ le pressioni (in kg. per mq.) al principio e al fine del condotto; l, d lungh. e diam. in m.: Q_1 portata in mc. al 1″, misurata alla densità iniziale γ_1 (in kg. per mc.). La perdita di pressione dovuta all'attrito si calcola colla:

$$1 - \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^2 = 0{,}004\,\frac{\gamma_1}{p_1}\,\frac{l\,Q_1^2}{d^5}$$

Se la perdita $p_1 - p_2$ è piccola rispetto a p_1 (gas illum., ventilaz. ecc.):

$$\frac{p_1 - p_2}{\gamma_1} = Y_1 = 0{,}002\,\frac{l\,Q_1^2}{d^5}$$

dove Y_1 è la perdita di press. in colonna di gas alla dens. iniziale.

Per l'aria compressa a forti pressioni (esperienze Stockalper al Gottardo) si può calcolare la perdita per attrito colla:

$$\frac{p_1 - p_2}{\gamma_m} = Y_m = \left(0{,}001544 + \frac{0{,}000042}{d}\right) \frac{l\, Q_m^2}{d^5}$$

dove Y_m (perdita di press. espressa in m. di altezza di gas) e Q_m si ritengono misurati alla densità media γ_m dell'aria nella condotta.

Si usa di queste formole come pei condotti d'acqua, N.i **59-60.**

2° Se il condotto ascende o discende, la press. finale p_2 (kg. per mq.) va diminuita o aumentata di H ($\gamma_m - 1{,}25$), in cui H è il dislivello fra gli estremi del condotto e γ_m è la densità media interna; quindi la perdita Y_m viene aumentata o diminuita di $H \frac{\gamma_m - 1{,}25}{\gamma_m}$. Quando $\gamma_m < 1{,}25$ (caso del gas illuminante) questo termine cambia segno.

87. Formole particolari pel gas illuminante. — Se y è la perdita di pressione lungo il condotto espressa in mm. d'acqua, si ha per condotti orizzontali, essendo Q il vol. di gas in mc. al 1'':

$$y = 0{,}001 \frac{l Q^2}{d^5}.$$

Se il condotto è ascendente o discendente, si guadagna o si perde una pressione di 0,65 ÷ 0,75 mm. d'acqua per ogni metro di dislivello.

88. Velocità media nelle condotte.

Aria compressa a forte pressione, non più di 6 ÷ 8 m. al 1'', meglio 2 ÷ 4 m. — Soffierie per forni metallurgici, non più di 20 ÷ 25 m. al 1'', meglio 12 ÷ 15 m. — Condotte di riscaldamento e ventilazione, 0,75 ÷ 2 m. al 1''. — Gas illuminante, non più di 3 m. al 1'' pei più grossi condotti, decrescendo col diam. fino al limite di 0,3 m. pei condotti più piccoli.

3. RESISTENZA E SPINTA DELL'ARIA

89. Coefficienti di resistenza per corpi di diverse forme. — Mantenute le stesse denominazioni del N. **77**, si ha ancora la formola:

$$R = mA\,(v \mp c)^2.$$

Valori di m:

Superficie piana perpendicolare al moto...	$m = 0{,}12$
Punte piramidali o coniche ottuse o acute	$m = 0{,}015 \div 0{,}06$
Superficie cilindrica o sferica convessa ...	$m = 0{,}05 \div 0{,}03$
Superficie cilindrica o sferica concava	$m = 0{,}18 \div 0{,}23$

90. Pressione o spinta del vento. — La velocità e la press. del vento su una superf. piana si possono ritenere come segue:

Vento leggero...	veloc.	1 ÷ 2 m.	al 1''; press.	per mq.	kg. 0,12 ÷ 0,50
Vento vivace....	»	5 ÷ 10	»	»	» 3 ÷ 12
Vento forte.....	»	15 ÷ 25	»	»	» 27 ÷ 75
Uragano	»	30 ÷ 40	»	»	» 100 ÷ 200

AGRONOMIA

1. PRODOTTI AGRICOLI

(Dati medi approssimativi, dedotti in gran parte dal Manuale Mazzocchi)

91. Prodotti del suolo. — *Cereali.*

	Quantità in ettol. per ettaro		Peso d' un ettol. in kg.	Paglia in kg. per 100 kg. cereale
	Produzione	Semente		
Frumento, segale.	15 ÷ 23	1,8 ÷ 2,8	72 ÷ 82	50 ÷ 75
Avena	35 ÷ 40	2,2 ÷ 2,6	43 ÷ 54	50 ÷ 70
Grano turco	50 ÷ 70	0,4 ÷ 0,6	68 ÷ 78	——
Risone	40 ÷ 70	1,5 ÷ 2,7	45 ÷ 50	——

Prati. — Produzione di fieno per ettaro di prato:

Montagna e collina 25÷40 quintali; pianura (prati a vicenda, 3÷4 tagli all'anno) 60÷70; marcite 120÷180 (fino a 500, in 7÷8 tagli, presso Milano). Trifoglio 60÷90 quint., erba medica 12, con 30÷35 kg. semente.

1 quintale d'erba fresca corrisponde a circa kg. 28 fieno;

1 mc. d'erba fresca pesa 425÷500 kg.; 1 mc. fieno non compresso pesa 100÷120 kg.; 1 mc. fieno compresso 200÷300 kg.

Piante oleifere e tessili.

Lino: produz. per ett. 350÷400 kg. materia tessile, e 800 kg. semi, con 200 kg. semente. Peso di 1 ettol. semi = 70÷80 kg. Rendita in olio 22÷25 %. — Canape: produz. per ett. 800 kg. materia tessile e 400 kg. semi, con 2 ettol. semente. — Ravizzone: produzione per ett. 40÷42 ettol. semi; rendita in olio 30÷40 %. — Olivi: produz. media per albero 15÷20 kg.; rendita in olio 18÷20 %; peso di 1 ettol. di olive fresche 42÷44 kg.

Viti. — Produz. per ett. 15÷25 (sino a 50) ettol. vino; 100 kg. uva danno 50÷70 litri vino, 15÷18 kg. vinacce e 10÷14 kg. fecce; 100 kg. vinacce o fecce danno 3÷5 litri alcool assoluto.

Boschi. — Produz. per ett. dei boschi cedui: per un bosco di 10 anni, secondo la natura e la densità del bosco, 180÷700 quint. di legna; di 15 anni, 300÷1150; di 20 anni, 460÷1800. Peso legna in catasta, o fascine, vedi tab. X. Rendita in carbone, circa 20 % del peso legna.

92. Avvicendamenti (sistemi lombardi).

Ruota di 3 anni: 1° frumento o segale, quindi grano turco agostano; 2° frumento, poi ravizzone; 3° grano turco.

Ruota di 4 anni: 1° frumento, poi spianata a trifoglio; 2° prato; 3° lino, poi miglio; 4° grano turco.

Ruota di 5 anni: 1° frumento; 2° grano turco; 3° lino, poi miglio; 4° e 5° prato.

Ruota di 6 anni: 1° lino, poi miglio; 2° grano turco; 3° frumento o segale; 4°, 5°, 6° prato.

Ruota di 9 anni: 1° segale; 2° frumento; 3°, 4°, 5° prato; 6° grano turco; 7° frumento; 8°, 9° riso.

93. Bachicoltura. — Ogni oncia (0k,0267) di seme richiede circa 1000 kg. di foglia. Un gelso di 15 ÷ 20, 20 ÷ 25, 25 ÷ 40, 40 ÷ 50 cm. di diametro dà in media 10, 20, 30, 40 kg. di foglia. Un'oncia di seme dà 30 ÷ 50 kg. di bozzoli secondo la qualità e la riuscita dell'allevamento; 1 kg. di bozzoli freschi dà 0,09 ÷ 0,07 kg. di seta secondo la qualità. — Vedi per altri particolari agli art. *Case coloniche* e *Filatura della seta*.

94. Bestiame e suoi prodotti. — Consumo di foraggi: bove, o cavallo da lavoro kg. 15 ÷ 17 fieno: cavallo di lusso kg. 8 ÷ 10 fieno, oppure kg. 5 ÷ 6 fieno e kg. 3 ÷ 6 avena; vacca da latte kg. 10 ÷ 14 fieno; pecora kg. 1,50; agnello kg. 0,70; paglia per un cavallo 6 kg.

Produzione di carne: bove, peso 400 ÷ 600 kg., di cui 60 % di carne; pecora 40 ÷ 60 kg., carne 70 %; maiale 150 ÷ 200 kg., carne 80 %.

Produzione di latte e cacio: vacca 9 ÷ 12 litri di latte al giorno; 100 litri di latte danno 10 ÷ 17 kg. di cacio grasso, oppure 5 ÷ 7 kg. di cacio magro e 3 ÷ 4 kg. di burro.

Produzione di lana: 5 ÷ 7 kg. per pecora e per tosatura.

Concimi: produzione annna per bove o cavallo 7000 ÷ 10000 kg.; pecora o maiale 600 ÷ 800 kg. Ogni ettaro di terreno richiede in media all'anno 100 quintali di concime da stalla, equivalenti a 5 di guano, o a 10 di pozzi neri.

95. Stima dei poderi.

Si calcola il reddito lordo annuale, presunto in base ai prodotti, o dedotto dagli affitti in corso. Se ne deducono l'imposta prediale e quella sui fabbricati, le spese d'ordinaria manutenz. degli edifici (2 ÷ 5 ‰ del valore), l'assicuraz. incendi, la quota per infortuni celesti (8 ÷ 12 % del reddito lordo) e le spese d'amministraz. (3 ÷ 5 % del reddito lordo). Si capitalizza il reddito netto risultante al tasso di 4 ÷ 5 % secondo le circostanze, il valor del denaro, ecc. Al capitale ottenuto si aggiunge il valore delle piante d'alto fusto e delle scorte vive e morte, e se ne deducono le spese per riparaz. urgenti, la tassa di trapasso (£ 4,80 per ogni £ 104,80 di valor capitale netto), e le spese di contratto.

Il podere dovrà essere individuato, nelle premesse al conteggio di stima, dall'indicaz. dell'ubicazione, dell'intestaz. censuaria, dei confini, degli accessi, della provenienza, dei diritti d'acqua ed altri, servitù, ecc.

2. MECCANICA AGRICOLA

96. Lavorazione del terreno; aratura ordinaria e a vapore; erpicatura.

Un uomo lavora colla vanga in terreni assai tenaci 100 mq.; in terreni assai leggieri 300 mq. al giorno.

Una pariglia di cavalli o di bovi attaccata a un aratro, con un solco profondo 0m,18, lavora in un giorno 1800 ÷ 2500 mq. in terreni tenaci, o ghiaiosi; 3000 ÷ 4000 mq. in terreni ordinari; e fino a 5500 in terreni leggerissimi. — Pei terreni molto tenaci si richiedono 2, o più pariglie.

Il lavoro per smuovere 1 mc. di terreno varia da 3000 a 10000 kgm. dai terreni sabbiosi e leggieri agli argillosi e tenaci.

Velocità dell'aratro al 1″: con cavalli 0m,90 ÷ 1m,10; con bovi 0m,75 ÷ 0m,95.

Aratura a vapore. — Velocità dell'aratro al $1'' = 1^m,10 \div 1^m,90$; profondità del solco = in media $0^m,18$; massima $0^m,30$; sua largh. circa $0^m,28$ per cadaun vomere ($3 \div 7$ vomeri per aratro). — Superf. arata (per una profondità media di solco di $0^m,18$) ettari $1,25 \div 2,10$ per vomere e per giorno secondo che la velocità è di $1,10 \div 1,90$ m.

Forza $= 2 \div 4$ cav. nominali per cadaun vomere secondo la natura del terreno e la velocità.

Erpicatura. — Con un erpice a cavalli, larghezza 2^m, velocità $1^m,40$ al $1''$, si possono erpicare 8 ettari al giorno, se si fa un solo passaggio d'erpice; 4 ettari, se si fan 2 passaggi, ecc.

97. Seminagione. — Un uomo può seminare al massimo $3 \div 4$ ettari di terreno in piano. — Un seminatore meccanico a cavalli può seminare al giorno una tratta di 25000 m. e quindi una superficie di 25000 × largh. utile della macchina (5 ettari per macch. larghe 2^m). — Una zappa a cavalli lavora al giorno una tratta di 22000 m. sulla larghezza utile della macchina.

98. Mietitura e falciatura.

Superficie mietuta da un uomo al giorno = $1400 \div 2000$ mq. — Mietitura meccanica: larghezza della sega = $1^m,40 \div 1^m,50$; velocità della macch. al $1'' = 0^m,85 \div 1^m,20$; superf. mietuta al giorno $5 \div 7$ ettari.

Superficie falciata da un uomo al giorno = $2000 \div 3000$ mq.; da una falciatrice meccanica $4 \div 5$ ettari.

Spandimento e raccoglimento del fieno. — A mano si richiedono $2 \div 3$ persone (donne e ragazzi) per ogni falciatore. — Un voltafieno a cavalli (larghezza utile $2^m,20 \div 2^m,50$, velocità $1^m \div 1^m,30$ al $1''$) basta per 3 ettari al giorno e supplisce al lavoro di $18 \div 20$ persone.

99. Trebbiatura.

Trebbiatura a mano col correggiato. — Un uomo batte da 1 a 2,5 ettolitri, in media 1,5 ettolitri di grano al giorno; e il triplo di questa quantità di riso, od avena. — Perdita di grano $4 \div 7$ %.

Trebbiatura con rulli a cavalli. — Giornate 0,10 di cavallo e 0,30 d'uomo per ettolitro di grano; perdita di grano $3 \div 4$ %.

Trebbiatura a macchina. — Sia N la forza della locomobile in cav. nominali, L la larghezza del tamburo battitore di diam. = $0^m,50$ circa, n il numero delle spranghe di cui è munito. Si ha:

N cav.	2,5	3	3,5	$4 \div 5$	$5 \div 6$	$6 \div 7$	8	$10 \div 12$
L m.	0,60	0,75	0,91	1,06	1,22	1,37	1,37	1,51
n	6	6	6	6	6	6	8	8

Produzione al giorno = $25 \div 30$ ettolitri di frumento per cav. nominale con paglia corta; $16 \div 20$ con paglia lunga. — Battendo riso, la produzione è almeno 2, d'ordinario 2,5 sino a 3 volte tanto.

Sgranamento del grano turco. — Sgranatoi a mano, produzione $3 \div 4$ ettolitri all'ora; sgranatoi a motore, $8 \div 10$ ettolitri all'ora per ogni cavallo nominale.

RESISTENZA DEI MATERIALI

XXIX Tabella. — Coefficienti di resistenza

(Kg. per mmq. di sezione)

Materiale	Modulo di elasticità medio E	Carico di rottura R		Carico al limite di elasticità T	Carico di sicurezza K (vedi N.° 100)	
		Traz.	Compr.		Macch.	Costruz.
Ferro comune, o saldato (*soudé*).	20000	30-35	28-30	traz. 15-16	4-5	8-10
Ferro fuso o omogeneo (*fondu*) ..	»	35-40	»	» 18-25	5-7	10-13
Acciaio saldato ..	21000	60-75	> 70	» 30-40	8-12	18-24
Acciaio fuso dolce	»	40-60	> 80	» 25-35	7-11	13-20
Acciaio fuso duro.	»	60-75	»	» 30-40	8-12	18-24
Filo di ferro	20000	45-60	——	» 24-30	7-9	14-18
Filo d'acciaio	24000	75-95	——	» 37-50	9-16	24-30
Ghisa.....	10000	10-15	70	traz. 7 comp. 15	traz. 2 comp. 5	traz. 3 comp. 7,5
Rame battuto o laminato.....	11000	24	50	traz. 12	3	——
Rame in filo	»	40	——	» 14	4	——
Alluminio in getto	——	10-12	——	——	——	——
Alluminio battuto o laminato	——	22-25	——	——	——	——
Ottone in getto ...	6500	12	40	» 5	1,5	——
Ottone laminato..	10000	20	——	» 12	3	——
Ottone in filo.....	»	35	——	» 14	4	——
Bronzo in getto ..	7000	20-25	50	» 5-9	2-3	——
Piombo laminato.	500	3,5*	5	» 1	——	comp. 1
Zinco laminato...	9500	16*	——	» 2,5	——	——
Cuoio.....	20	3-5	——	» 1,5	0,25	——
Legname forte, lungo le fibre ..	1200	8-9	6-7	traz. 2,5 comp. 2,2	0,6	traz. 1 comp. 0,6
Legname dolce, lungo le fibre ..	1000	7-8	4-5	traz. 2,2 comp. 1,6	0,4	traz. 0,6 comp. 0,4
Legname, trasversalm. alle fibre.	150	1,2	2,7	——	——	——
Corda di canape..	250	8-10	——	traz. 1	1	1,2
Granito	3000	0,4	5-10	——	——	0,5
Gneiss (bevola)..	——	——	3-5	——	——	0,3
Pietre calcari....	3500	0,3	2-5	——	——	0,25
Marmi.....	——	——	4-6	——	——	——
Arenarie.....	2000	0,2	2-4	——	——	0,2
Puddinga = fina*	——	——	2,2-3,5	——	——	0,15
Mattoni a mano..	——	0,1	2,7*	——	——	0,06
Mattoni a macch.	——	——	3,3*	——	——	——
Cemento.....	——	0,1	4	——	——	0,25
Calcestruzzo.....	——	0,05	0,6	——	——	0,1
Vetro	8000	3	15	——	——	0,8

* Esperienze del prof. Sayno nel Politecnico di Milano.

100. Carico di sicurezza. — *Macchine:* carico di sicurezza $K = {}^1/_4 \div {}^1/_3$ del carico T al limite d'elasticità, secondo che i pezzi sono ± soggetti a urto. — *Costruzioni:* i valori di K esposti nella tabella XXIX pei ferri e acciai, corrispondenti a circa $^1/_3$ del carico di rottura R, si riferiscono al solo caso di carichi permanenti e costanti. In caso di sforzi variabili si moltiplicherà K per un coefficiente α dato dalla seguente tabella:

$P_1/P_2 =$	$+1$	$+0{,}75$	$+0{,}50$	$+0{,}25$	0	$-0{,}25$	$-0{,}50$	$-0{,}75$	-1
$\alpha =$	1	0,80	0,67	0,57	0,50	0,42	0,37	0,32	0,25

in cui P_1 è il minimo e P_2 il massimo sforzo a cui è soggetto alternatamente il materiale, prendendosi positivo o negativo il loro rapporto secondo che agiscono nello stesso senso o in sensi contrari.

101. Resistenza trasversale o alla recisione (forza agente nel piano della sezione). — Si prenderà pei metalli:

Carico di rottura $R_r = {}^4/_5 R_{\text{trazr.}}$

Carico di sicurezza $K_r = {}^4/_5 K$; mod. d'elasticità $E_r = {}^2/_5 E$.

Pei legni si ha: $R_r = {}^1/_6 R_{\text{compr.}}$ per legno di quercia; $R_r = {}^1/_6 R_{\text{compr.}}$ per legni resinosi parallelam. alle fibre, $^1/_{10} R_{\text{compr.}}$ normalm. alle fibre.

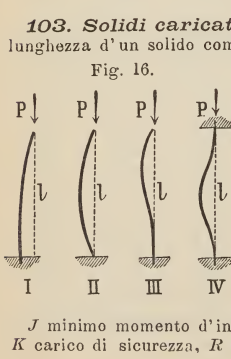
1. RESISTENZA ALLA TRAZIONE E COMPRESSIONE

102. Formole generali. — Sia A (mmq.) l'area della sezione di un solido cimentato per trazione, o compressione; P (kg.) il carico a cui il solido può esser sottoposto con sicurezza, K, E il carico di sicurezza e il modulo d'elasticità per mmq. (tabella XXIX); δ l'allungamento, o l'accorciamento sulla lunghezza l (mm.). Si ha:

$$P \lessgtr AK; \quad \delta = \frac{Pl}{AE}.$$

103. Solidi caricati in punta. — Quando il rapporto fra la lunghezza d'un solido compresso e la sua minima dimensione trasversale eccede un certo limite, esso può inflettersi. In tal caso si calcolerà dapprima il carico ammissibile (o la sezione necessaria) colla prima formola precedente, poi colla formola che segue; prendendo definitivamente il minore dei due carichi trovati (o la maggiore delle due sezioni).

Fig. 16.



I Caso (solido incastrato o fisso al piede, libero alla sommità; sezione pericolosa al piede). Si ha (dimens. in mm.):

$$P = 2{,}5 \frac{K}{R} \frac{EJ}{l^2}$$

J minimo momento d'inerzia della sezione in mm-kg. (vedi N. ***111***); K carico di sicurezza, R carico di rottura (tabella XXIX). General-

mente in questi casi si prende $K = {}^1/_{10}\,R$ al più pel legno, ${}^1/_6\,R \div {}^1/_8\,R$ pei metalli usati nelle costruzioni, e ${}^1/_{20}\,R \div {}^1/_{30}\,R$ per le macchine.

Se ne cava:

per una sezione circolare di diam. d .....: $P = 0{,}125\,\frac{K}{R}\,E\,\frac{d^4}{l^2}$

per una sezione circol. vuota di diam. D, d..: $P = 0{,}125\,\frac{K}{R}\,E\,\frac{D^4 - d^4}{l^2}$

per una sez. rettangol. di lati b, h $(b < h)$ ..: $P = 0{,}21\,\frac{K}{R}\,E\,\frac{hb^3}{l^2}$

Si può anche trovare la sezione del solido, calcolandolo per compressione con un coefficiente di sicurezza:

$$K_1 = \alpha\,K$$

α è dato approssim., pel I Caso, dalla tabella seguente; per gli altri tre casi, vedi sotto. Quando α diventa $\geqq 1$, è segno che il solido non si inflette e va calcolato per semplice compressione col coefficiente K.

Forma della sezione	Materiale	Valori di α per ${}^1/_a =$						
		10	20	30	40	50	60	80
Rettangola a lato minore	Ferro	0,70	0,35	0,18	0,11	0,075	0,05	0,03
	Ghisa, legno	0,50	0,20	0,10	0,06	0,04	0,025	0,015
Circolare a diametro	Ferro	0,60	0,28	0,15	0,09	0,06	0,04	0,025
	Ghisa, legno	0,45	0,16	0,08	0,05	0,03	0,02	0,012
Circolare vuota a diam.; spessore $= {}^1/_{12}\,a \div {}^1/_{20}\,a$	Ferro	0,75	0,40	0,24	0,15	0,10	0,07	0,04
	Ghisa	0,60	0,26	0,13	0,08	0,05	0,035	0,02
Sez. a + e a T a lato; spessore circa ${}^1/_{10}\,a$	Ferro	0,52	0,22	0,11	0,065	0,04	0,03	0,015
	Ghisa	0,36	0,12	0,06	0,03	0,02	0,015	0,008

II Caso (estremi non incastrati, vale a dire appoggiati od articolati, ma obbligati a muoversi nella direzione primitiva dell'asse del solido): si prenderà P, o α, $= 4$ volte il valore del I Caso.

III Caso (un estremo incastrato, o altrimenti fissato, l'altro guidato come sopra): P, o α, $= 8$ volte il valore del I Caso.

IV Caso (ambo gli estremi incastrati, o altrimenti fissati come sopra): P, o α, $= 16$ volte il valore del I Caso.

Le colonne di ghisa a larga base (anche se non incastrate al piede) e collegate in alto colla travatura, si possono classificare nel IV Caso.

La tab. XXX a pagina seguente dà il carico in quintali da 100 kg., a cui si possono assoggettare con sicurezza le colonne di ghisa vuote secondo l'altezza. Le cifre in corsivo rappresentano il limite del carico per schiacciamento, per $K = 7^k{,}5$ per mmq.

XXX Tabella — Colonne di ghisa vuote

Diam. esterno mm.	Spess. mm.	Massimo carico in quintali per un'altezza di									
		3m	3m,50	4m	4m,50	5m	6m	7m	8m	9m	10m
100	10	165	120	95	75	60	—	—	—	—	—
»	12	185	135	105	80	65	—	—	—	—	—
»	15	210	145	120	95	75	—	—	—	—	—
120	10	*260*	220	170	135	107	75	55	—	—	—
»	15	*370*	285	220	175	140	95	70	—	—	—
»	20	*470*	340	260	210	170	110	80	—	—	—
140	12	—	*360*	310	250	200	140	100	80	60	—
»	16	—	*470*	380	310	250	170	125	95	75	—
»	20	—	*565*	450	360	280	200	140	110	85	—
160	15	—	—	*510*	460	370	260	190	145	110	90
»	18	—	—	*600*	520	420	300	220	160	130	105
»	20	—	—	*660*	550	450	320	230	170	140	115
180	15	—	—	—	*580*	540	380	280	210	170	135
»	20	—	—	—	*750*	670	470	340	260	200	165
»	24	—	—	—	*880*	750	520	380	290	240	190
200	20	—	—	—	—	*850*	660	480	370	290	240
»	24	—	—	—	—	*990*	740	540	410	320	270
»	28	—	—	—	—	*1130*	810	600	450	360	290
250	20	—	—	—	—	—	*1080*	1000	760	600	490
»	25	—	—	—	—	—	*1320*	1170	900	700	570
»	30	—	—	—	—	—	*1550*	1320	1000	800	650
300	20	—	—	—	—	—	—	—	*1320*	1080	880
»	25	—	—	—	—	—	—	—	*1620*	1300	1050
»	30	—	—	—	—	—	—	—	*1900*	1480	1200

104. Resistenza dei recipienti (vedi anche « Tubi » e « Caldaie a vapore »). — Sia p la pressione *effettiva* interna in kg. per mmq. = circa 0,01 n se la pressione data è di n atmosfere; s lo spessore, d il diam. del recipiente, in mm.; c una costante = 1,5 ÷ 3 mm. per ferro, rame, acciaio, 6 ÷ 10 mm. per ghisa e bronzo.

Si ha per recipienti cilindrici e sferici e per press. ordinarie:

$$\text{cilindro } s = \frac{d}{2}\frac{p}{K} + c; \qquad \text{sfera } s = \frac{d}{4}\frac{p}{K} + c;$$

e pel caso di press. altissime (torchi idraulici e simili):

$$\text{cilindro } s = \frac{d}{2}\left(\sqrt{\frac{K+p}{K-p}} - 1\right); \quad \text{sfera } s = \frac{d}{2}\left(\sqrt{\frac{2(K+p)}{2K-p}} - 1\right)$$

Usando di queste ultime formole, si può spingersi, per K, sino quasi al valore T del carico al limite d'elasticità (tab. XXIX). La massima pressione possibile, qualunque sia d, corrisponde quindi, pel cilindro, a $p = T$, ossia a 100 T atmosfere; e al doppio per la sfera.

Se un recipiente cilindrico ha un fondo, e questo non è ben raccordato colla parete, la resistenza di questa diminuisce di 12 % circa.

Parete circolare di diametro d incastrata sull'orlo:

$$s = 0{,}41\, d \sqrt{\frac{p}{K}} + c$$

Parete rettangolare di lati a, b ($a \leqq b$) incastrata sull'orlo:

$$s = 0{,}71\, a^2 b \sqrt{\frac{p}{(a^4 + b^4)\, K}} + c$$

2. RESISTENZA ALLA FLESSIONE

105. Formola generale. — Sia:

M il momento di flessione, o momento delle forze esterne (mm.-kg.) rispetto a una sezione qualunque del solido soggetto a flessione;
J il momento d'inerzia di questa sezione rispetto all'asse neutro;
z la distanza dell'asse neutro dalla fibra più lontana (mm.);
K il carico di sicurezza (kg. per mmq.).

Perchè la sezione non sia cimentata oltre il limite K, deve essere:

$$M \leqq K \frac{J}{z}; \quad \left(\frac{J}{z} = \text{momento di resistenza della sez.}\right)$$

Se il solido è a sezione costante, si prenderà per M il suo valore massimo M_m.

106. Momenti di flessione per un trave prismatico caricato nei modi più usuali.

Nelle figure, le parti tratteggiate rappresentano i momenti nei punti corrispondenti del trave; l è sempre la lunghezza libera (in mm.).

1° Trave incastrato a un estremo; carico P all'altro estremo. $M_m = Pl$ nella sezione A; momento in un punto qualunque rappresentato dall'ordinata di una linea retta. Saetta d'incurvamento: $\delta = \frac{1}{3} \frac{Pl^3}{JE}$ (E modulo d'elasticità, tabella XXIX).

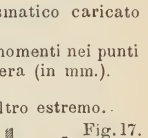


Fig. 17.

2° Trave incastrato a un estremo: carico Q uniformemente distribuito, quindi $q = \frac{Q}{l}$ = carico per unità di lungh. $M_m = Q \frac{l}{2}$ nella sezione A. Momenti rappresentati delle ordinate di una parabola col vertice all'estremo libero. Saetta d'incurvam.: $\delta = \frac{1}{8} \frac{Ql^3}{JE}$.

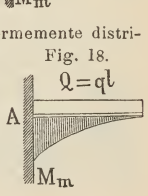


Fig. 18.

3° Trave appoggiato agli estremi; carico P in un punto qualunque.

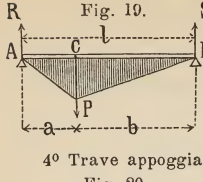


Fig. 19.

$$M_m = P\frac{ab}{l} \text{ nella sezione } C.$$

Reazioni (o pressioni) agli appoggi:

$$R = \frac{Pb}{l}, \quad S = \frac{Pa}{l}$$

Saetta d'incurvam. in C: $\delta = \frac{1}{3}\frac{Pa^2b^2}{JEl}$.

4° Trave appoggiato agli estremi; carico Q uniform. distribuito.

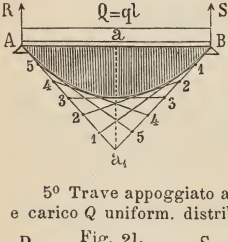


Fig. 20.

$$M_m = \frac{Ql}{8} \text{ nel mezzo del trave.}$$

Linea dei momenti una parabola col vertice sulla mediana. $R = S = \frac{Q}{2}$. — Tracciamento della parabola come nella fig. 20, prendendo $aa_1 =$ al doppio di M_m; o anche come nella fig. 30.

Saetta d'incurvam.: $\delta = 0{,}013\frac{Ql^3}{JE}$.

5° Trave appoggiato agli estremi; carico P in un punto qualunque e carico Q uniform. distribuito. — Sia A l'appoggio più vicino a P; ed x l'ascissa rispetto a B, del punto in cui si verifica il momento massimo M_m.

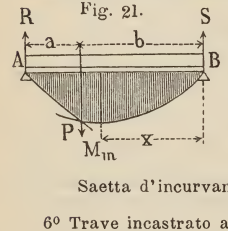


Fig. 21.

$$R = P\frac{b}{l} + \frac{Q}{2}; \quad S = P\frac{a}{l} + \frac{Q}{2}$$

Se $\frac{P}{Q} < \frac{b-a}{2a}$, $M_m = \frac{S^2 l}{2Q}$, $x = \frac{Sl}{Q}$

Se $\frac{P}{Q} > \frac{b-a}{2a}$, $M_m = b\left(S - \frac{Qb}{2l}\right)$, $x = b$.

Saetta d'incurvam. in P: $\delta = \left(P + \frac{l^2 + ab}{8ab}Q\right)\frac{a^2b^2}{3EJl}$

6° Trave incastrato agli estremi; carico P in un punto qualunque.

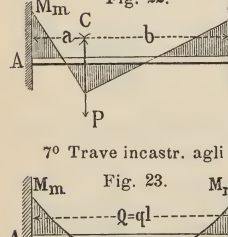


Fig. 22.

$$M_m = P\frac{ab^2}{l^2} \text{ in } A \text{ (più vicino a } P).$$

Saetta d'incurv. in C: $\delta = \frac{1}{3}\frac{Pa^3b^3}{JEl^3}$.

Se $a = b$, $M_m = \frac{Pl}{8}$ in A, B, C.

$$\delta = 0{,}0052\frac{Pl^3}{JE}$$

7° Trave incastr. agli estremi; carico Q uniformemente distribuito.

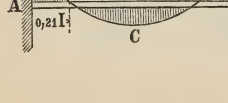


Fig. 23.

$$M_m = \frac{Ql}{12} \text{ nelle sezioni } A, B.$$

Momento in $C = \frac{M_m}{2}$; $\delta = 0{,}0026\frac{Ql^3}{JE}$.

8° Trave incastrato in A e appoggiato in B; carico P in mezzo.

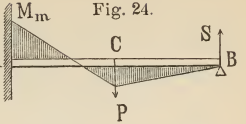
$M_m = {}^3/_{16}\, Pl$ nella sezione A.

Mom. in $C = {}^5/_{32}\, Pl$; $S = {}^5/_{16}\, P$.

Massima saetta d'incurvamento:

$$\delta = 0{,}0093 \frac{Pl^3}{JE}.$$

Fig. 24.



9° Trave incastr. in A, appogg. in B; carico Q uniform. distrib.

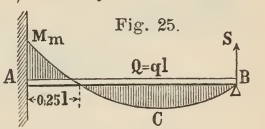
$M_m = \frac{Ql}{8}$ nella sezione A.

Mom. in $C = \frac{9}{128}\, Ql$; $S = {}^3/_8\, Q$.

Massima saetta d'incurvamento:

$$\delta = 0{,}0054 \frac{Ql^3}{JE}.$$

Fig. 25.



102. Trave con due appoggi, caricato in più punti. — Benchè in teoria si considerino anche i travi incastrati, pure in pratica si suppongono preferibilmente appoggiati, per maggior garanzia e per la poca certezza che l'incastramento sia efficace.

1° Trave appoggiato agli estremi e caricato in più punti.

Fig. 26.

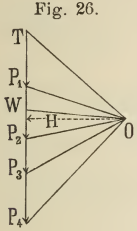
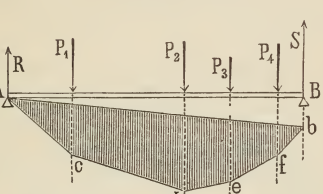


Fig. 27.



Poligono delle forze. — Si portino (fig. 26), nella scala delle forze, le forze $P_1\, P_2 \ldots$, l'una di seguito all'altra a partire da un punto T, su una verticale TU. Si scelga un polo O a una distanza qualunque H (scala delle lunghezze) da TU e si conducano i raggi OT, OP_1, OP_2...

Poligono dei momenti. — Per A (fig. 27) si conduca $Ac \parallel OT$; per c si conduca $cd \parallel OP_1$; per d, $de \parallel OP_2$, ecc. e si unisca Ab. I prodotti delle ordinate di questo poligono (scala delle forze) per H (scala delle lunghezze) rappresentano i momenti di flessione nei punti corrispondenti del trave. Se si prende $H = 1$, le ordinate rappresentano addirittura i momenti. — La risultante delle forze parallele $P_1\, P_2\, P_3\, P_4$ passa pel punto d'incontro delle Ac, bf prolungate.

Pressioni sugli appoggi. — Condotta $OW \parallel Ab$, si ha $R = TW$, $S = WP_4$.

2° Lo stesso caso precedente, più un carico Q uniformem. distribuito. — Si costruisca il poligono dei momenti come sopra, indi, colla

stessa scala, la parabola dei momenti pel carico Q (N. **106**, caso 4°) Il momento per un punto qualunque è rappresentato allora dalla somma delle ordinate corrispondenti delle due figure. Le pressioni sugli appoggi si ottengono pure sommando i valori corrispondenti ai due casi.

108. *Forze verticali nei travi a due appoggi.*

1° Carico in più punti. — Le forze verticali sulla prima e successive tratte (confrontisi colla fig. 27) sono date dalle $V_1 = R$; $V_2 = R - P_1$; $V_3 = R - P_1 - P_2$ ecc., e sono rappresentate dalle ordinate dei rettangoli tratteggiati della fig. 28.

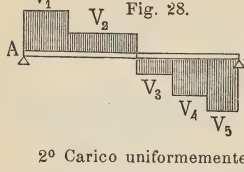


Fig. 28.

2° Carico uniformemente distribuito $Q = ql$. — Le forze verticali crescono dal mezzo agli estremi secondo le ordinate di una retta. V_{max} (su cadaun appoggio) $= \frac{Q}{2}$ = reazione dell'appoggio.

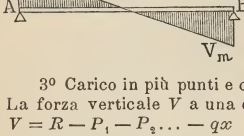


Fig. 29.

3° Carico in più punti e carico $Q = ql$ uniformemente distribuito. — La forza verticale V a una distanza qualunque x dall'appoggio A sarà $V = R - P_1 - P_2 \ldots - qx$

109. *Trave a due appoggi soggetto a un carico mobile.* —

Il carico mobile pesi p per unità di lunghezza e percorra il trave, partendo da un estremo, fino ad occuparlo tutto (convoglio su un ponte); inoltre il trave sia caricato di un peso permanente q per unità di lunghezza. — Il momento massimo (carico mobile lungo tutto il trave) sarà:

$$M_m = (p + q)\,\frac{l^2}{8}$$

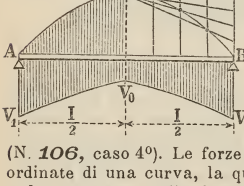


Fig. 30.

nel mezzo del trave; e la curva dei momenti sarà una parabola coll' asse M_m (N. **106**, caso 4°). Le forze verticali massime sono rappresentate dalle ordinate di una curva, la quale si determina dal mezzo andando verso cadaun estremo, colla formola:

$$V_{x_{max}} = p\,\frac{x^2}{2\,l} + qx - q\,\frac{l}{2}$$

ponendo per x dei valori crescenti da $l/_2$ a l. $V_{x_{max}}$ corrisponde al caso in cui il carico mobile occupa la lungh. $l/_2 + x$. Se ne cava:

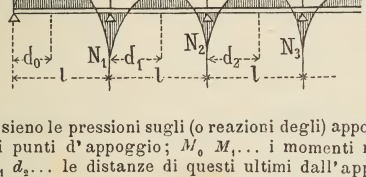
$V_1 = (p + q)\,\frac{l}{2}$ (sugli appoggi), corrispondente all'istante in cui il carico mobile occupa tutta la lunghezza;

$V_0 = \frac{pl}{8}$ (nel mezzo), corrispond. all'istante in cui ne occupa la metà

Se i carichi gravitano su punti determinati del trave, si avranno, invece delle curve, due spezzate come ai N.i **107**, **108**. Vedi N. **141**.

110. Trave a più appoggi con carico uniformemente distribuito. — Sia l la distanza costante fra gli appoggi, q il carico uniformemente distribuito per unità di lunghezza.

Fig. 31.



$A_0\ A_1\ A_2 \ldots$ sieno le pressioni sugli (o reazioni degli) appoggi; $N_1\ N_2 \ldots$ i momenti nei punti d'appoggio; $M_0\ M_1 \ldots$ i momenti massimi nelle travate; $d_0\ d_1\ d_2 \ldots$ le distanze di questi ultimi dall'appoggio più vicino a sinistra. Si ha:

Per 3 appoggi:

$A_0 = A_2 = 0{,}375\ ql \qquad A_1 = 1{,}25\ ql$
$N_1 = 0{,}125\ ql^2$
$M_0 = M_1 = 0{,}07\ ql^2$
$d_0 = l - d_1 = 0{,}375\ l$

Per 4 appoggi:

$A_0 = A_3 = 0{,}4\ ql \qquad A_1 = A_2 = 1{,}1\ ql$
$N_1 = N_2 = 0{,}1\ ql^2$
$M_0 = M_2 = 0{,}08\ ql^2 \qquad M_1 = 0{,}025\ ql^2$
$d_0 = l - d_2 = 0{,}4\ l \qquad d_1 = 0{,}05\ l$

Per 5 appoggi:

$A_0 = A_4 = 0{,}393\ ql \qquad A_1 = A_3 = 1{,}143\ ql \qquad A_2 = 0{,}929\ ql$
$N_1 = N_3 = 0{,}107\ ql^2 \qquad N_2 = 0{,}071\ ql^2$
$M_0 = M_3 = 0{,}077\ ql^2 \qquad M_1 = M_2 = 0{,}036\ ql^2$
$d_0 = l - d_3 = 0{,}393\ l \qquad d_1 = l - d_2 = 0{,}536\ l$

Per 6 appoggi:

$A_0 = A_5 = 0{,}395\ ql \qquad A_1 = A_4 = 1{,}13\ ql \qquad A_2 = A_3 = 0{,}974\ ql$
$N_1 = N_4 = 0{,}105\ ql^2 \qquad N_2 = N_3 = 0{,}079\ ql^2$
$M_0 = M_4 = 0{,}078\ ql^2 \qquad M_1 = M_3 = 0{,}033\ ql^2 \qquad M_2 = 0{,}046\ ql^2$
$d_0 = l - d_4 = 0{,}395\ l \qquad d_1 = l - d_3 = 0{,}526\ l \qquad d_2 = 0{,}5\ l$

Forze verticali per cadauna travata come al caso 2°, N. **108**, in base ai valori di A_0, A_1 ecc.

111. Momento d'inerzia J e momento di resistenza $\frac{J}{z}$ ***per diverse sezioni.*** — I momenti che seguono si riferiscono tutti all'asse neutro della sezione (asse passante pel centro di gravità); se invece si volesse il momento d'inerzia J_1 rispetto a un asse parallelo e posto alla distanza d dall'asse neutro, si avrebbe:

$$J_1 = J + F d^2 \quad (F \text{ area della sezione}).$$

Fig. 32. Sez. circolare

I. $J = 0{,}049\ d^4$; $\frac{J}{z} = 0{,}098\ d^3$

Fig. 33. Sez. ellittica

II. $J = 0{,}049\ bh^3$; $\frac{J}{z} = 0{,}098\ bh^2$

Fig. 34. Sezione circolare vuota:

III. $J = 0{,}049\ (D^4 - d^4)$; $\frac{J}{z} = 0{,}098\ \frac{D^4 - d^4}{D}$

Fig. 35.

IV. Rettangolo pieno: $J = 0{,}0833\ bh^3$; $\frac{J}{z} = 0{,}167\ bh^2$

Rettangolo vuoto: $J = 0{,}0833\ b\ (h^3 - h_1^3)$

$$\frac{J}{z} = 0{,}167\ b\ \frac{h^3 - h_1^3}{h}$$

Fig 36.

V. Travi a I, a $\square$, a $\sqsubset$, a L:

$$J = 0{,}0833\ (BH^3 - bh^3)$$

$$\frac{J}{z} = 0{,}167\ \frac{BH^3 - bh^3}{H}$$

Approssimatamente:

$$\frac{J}{z} = B\,\delta\,(h + \delta) + 0{,}167\,\gamma\,h^2$$

Fig. 37.

VI. Travi a $\dashv$ e a $+$:

$$J = 0{,}0833\ (BH^3 + bh^3)$$

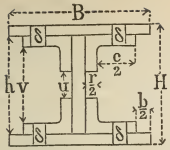
$$\frac{J}{z} = 0{,}167\ \frac{BH^3 + bh^3}{H}$$

Fig. 38.

VII. Ferri d'angolo (cantonali) e travi a L e a T:

Approssimat. $\frac{J}{z} = 0{,}278\ Bh\,\delta$.

Fig. 39.

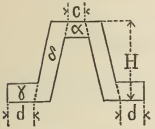
VIII. 

Trave a I composto, con tavole formate di una o più lastre:

$$J = 0{,}0833\ [BH^3 - bh^3 - cv^3 - ru^3 - 2\,\delta\,(H^3 - v^3)];$$

$$\frac{J}{z} = 2\,\frac{J}{H}$$

Fig. 40.

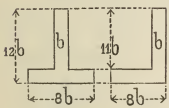
IX. 

Ferri Zorès e ferri a $\wedge$:

Approssimatamente

$$\frac{J}{z} = 0{,}33\ \delta\ H^2 + 0{,}5\ c\ \alpha\ H + d\ \gamma\ H$$

Fig. 41.

X. 

Sezioni di travi di ghisa di egual resistenza alla trazione e alla compressione (da calcolarsi in base a un carico di sicurezza doppio di quello corrispondente alla trazione); dimens. in mm.:

Fig. 42.

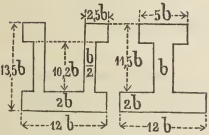
XI 

Fig. 41: $J = 278\ b^4$; $\frac{J}{z} = 35\ b^3$

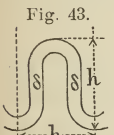
Fig. 42: $J = 923\ b^4$; $\frac{J}{z} = 102{,}4\ b^3$

Minimo valore di b, vedi N. **121**.

XII. Ruotaie Vignolles ordinarie, larghe al piede 95 mm., al fungo 55 mm., e di altezza h:

$$\text{approssimatamente } J = 0{,}0370\ h^4;\ \frac{J}{z} = 0{,}075\ h^3$$

XIII. Lamiera ondulata. Si ha per ogni ondulazione completa:

Fig. 43. 

ondulaz. strette ($b = h \div 2\,h$), approssimatamente:

$$J = (0{,}10\ b + 0{,}19\ h)\ h^2\ \delta;\quad \frac{J}{z} = (0{,}20\ b + 0{,}38\ h)\ h\ \delta$$

ondulaz. larghe ($b = 3\ h \div 5\ h$), approssimatamente:

$$J = (0{,}11\ b + 0{,}16\ h)\ h^2\ \delta;\quad \frac{J}{z} = (0{,}22\ b + 0{,}32\ h)\ h\ \delta$$

Se la lamiera ha m ondulaz. complete per m. di largh., il momento di resistenza per m. di larghezza sarà $= m\,\frac{J}{z}$.

XIV. Sezione qualunque: divisa la sezione in liste mediante rette parallele all'asse neutro *mm*, si avrà approssimatamente il momento d'inerzia sommando i prodotti dell'area di cadauna lista pel quadrato della sua distanza media dall'asse neutro. — La posizione dell'asse neutro può essere determinata prima, servendosi delle stesse liste, col metodo indicato a pag. 37 per trovare il centro di gravità di una figura qualunque.

Fig. 44.

Il procedimento vale anche pel mom. d'inerzia rispetto a un altro asse qualunque dentro o fuori della figura.

3. RESISTENZA ALLA TORSIONE

112. Sia: M_t il momento di torsione = forza × braccio di leva; K_r, E_r come al N. **101**. Si ha:

per una sez. circolare di diam. d : $M_t = 0{,}1963\, d^3\, K_r$
per una sez. quadrata di lato h : $M_t = 0{,}2360\, h^3\, K_r$
per una sez. anulare di diam. D, d: $M_t = 0{,}1963\,(D^3 - d^3)\, K_r$

L'angolo di torsione per una lungh. L è dato in gradi dalle:

$$\text{sez. circol.: } \omega = \frac{360}{\pi}\frac{K_r}{E_r}\frac{L}{d}; \quad \text{sez. quadr.: } \omega = \frac{288}{\pi}\frac{K_r}{E_r}\frac{L}{h}.$$

4. RESISTENZA COMPOSTA

113. Trazione, o compressione, simultanea alla flessione. — Sia A l'area della sezione così doppiamente cimentata; P la forza di traz., o compress.; M_f il momento di fless. per la sezione che si considera e J/z il suo momento di resistenza. Si dovrà avere:

$$\frac{P}{A} + \frac{M_f}{J/z} \leqq K \quad \text{(vedi, pel caso della compress., il N. } \textbf{103}\text{)}.$$

Se il solido ha una sezione costante (puntoni da capriata, ecc.) si calcolerà solamente la sezione per la quale M_f è massimo.

114. Flessione e torsione simultanee. — Sia M_f il momento di flessione e M_t il momento di torsione (forza × braccio di leva) per la sezione doppiamente cimentata; dovrà essere, per sezioni simmetriche intorno a due assi ortogonali:

$$K\, J/z \geqq 3/8\, M_f + 5/8\, \sqrt{M_f^2 + M_t^2}$$

Se la sezione è costante (alberi di motori ecc.) si calcolerà la sezione per la quale M_f è massimo.

5. RESISTENZA E FLESSIONE DELLE MOLLE

115. Molle usuali. — Sia P il carico in kg. al quale si assoggetta una molla; $K\ (< T)$ lo sforzo per mmq. di sez. della molla; δ la sua flessione in mm. nel senso del carico P; E il modulo di elasticità.

Lavoro meccanico immagazzinato dalla molla (mm. e kg.) $= \dfrac{P\delta}{2}$.

a) Molla prismatica incastrata a un estremo e caricata all'altro: $h =$ grossezza; $b =$ largh. della sezione; $l =$ lungh. della molla. Si ha:

$$P = \frac{1}{6}\frac{bh^2}{l}K; \quad \text{flessione all'estremità: } \delta = 4\frac{Pl^3}{Ebh^3}$$

Se la molla è a profilo parabolico, δ aumenta di metà.

b) Molla da carri a balestra, composta di n lastre sovrapposte di lungh. crescente, incastrata nel mezzo: $b =$ largh.; $h =$ gross. delle lastre; $l =$ lungh. di cadauna metà della molla. Si ha, per cadaun estremo:

$$P = \frac{1}{6}\frac{nbh^2}{l}K; \quad \delta = 6\frac{Pl^3}{Enbh^3}$$

c) Molla a spirale piana, soggetta a un momento $M = PR$, che tenda a svolgerla o a ravvolgerla; $b =$ altezza, $h =$ grossezza della sezione; $l =$ lunghezza sviluppata della molla. Si ha:

$$M = \frac{1}{6}bh^2K; \text{ ang. d'avvolg. (arco di raggio 1): } \omega = 12\frac{Ml}{Ebh^3}$$

d) Molla a elica cilindrica, cimentata come sopra. Se a sezione rettangolare di altezza b, grossezza h, si hanno M, ω come pel caso *c*). Se a sezione circolare di diametro d:

$$M = \frac{\pi}{32}d^3K; \quad \omega = \frac{64}{\pi}\frac{Ml}{Ed^4}$$

e) Molla a elica cilindrica, composta di un filo di diam. d e lunghezza l, attorcigliato in spire di raggio r, tesa o compressa nel senso dell'asse dalla forza P; δ flessione nel senso dell'asse. Si ha:

$$P = \frac{\pi}{16}\frac{d^3}{r}K_r; \quad \delta = \frac{32}{\pi}\frac{Pr^2l}{E_rd^4} \quad (E_r, K_r \text{ come al N. } \textbf{101}).$$

f) Stessa molla, con sez. rettangola di altezza h e grossezza b:

$$P = \frac{K_r}{3r}\frac{b^2h^2}{\sqrt{b^2+h^2}}; \quad \delta = 3\frac{Pr^2l}{E_r}\frac{b^2+h^2}{b^3h^3}$$

g) Molla a elica conica; r raggio della spira di base:

P come in *e*), *f*); δ la metà dei valori in *e*), *f*).

h) Molla di caucciù, consistente in un disco o anello di b mm. di grossezza e A mmq. di sezione normale all'asse, compresso da una forza P. Si ha appross. per $P < AT$ (essendo $T = 0^k,5$ per mmq. il carico al limite d'elasticità):

$$\text{schiacciam. } \delta = 0{,}85\,b\sqrt{\frac{P}{A}}.$$

COSTRUZIONI

1. TRAVATURE

116. Travi di legno. — Dimensioni usuali: i travi squadrati di legno del commercio hanno comunemente le dimensioni seguenti:

Listelli, correntini, o cotichette: sezione $0^m,01 \times 0^m,02$ a $0^m,09 \times 0^m,04$; lunghezza fino a $3^m,50$ circa;

Travicelli: sezione $0^m,10 \times 0^m,075$ a $0^m,17 \times 0^m,15$; lunghezza fino a $5^m,25$ circa;

Travi: base maggiore $0^m,20 \times 0^m,15$; lunghezza fino a $7^m \div 8^m$ circa

Travi: » » $0^m,30 \times 0^m,20$; » » $8^m,30$ »

Travi: » » $0^m,35 \times 0^m,25$; » » $9^m,50$ »

Travi: » » $0^m,40 \times 0^m,30$; » » $10^m,50$ »

Travi: » » $0^m,45 \times 0^m,35$; » » $12^m,00$ »

Assi o tavole: grossezza $0^m,012 \times 0^m,10$; lunghezza non $> 3^m,60$; larghezza $0^m,30 \div 0^m,75$.

Il rapporto più conveniente fra l'altezza e la larghezza della sezione di un trave è di 7 : 5.

Per la calcolazione dei travi di legno, vedi la tabella XXXI.

117. Travi di ferro semplici a I, a $\sqsubset$, e a $\wedge$. — Per la loro calcolazione, vedi le tabelle XXXII e seguenti.

Le dimensioni usuali e il peso di questi ferri si rilevano dalle tabelle medesime. Dimensioni proporzionali, vedi tabella XXXIV.

118. Travi a I composti, a sezione costante (N. ***111***, caso VIII) vedi tabella XXXV.

Metodo approssimativo per la calcolazione di questi travi.

Sieno f_1 = sezione netta di una tavola (flangia del I), inclusivi i lati orizzontali dei due ferri d'angolo;

s = spessore dell'anima (asta del I);

h = distanza fra i centri delle due tavole;

f_2 = circa $0,9\ sh$ = sezione dell'anima;

l = lunghezza del trave fra gli appoggi;

M_m e V_m i valori massimi del momento di flessione e delle forze verticali (N.^{i} ***106-109***).

Si fissa: $h = {}^1/_8\ l \div {}^1/_{12}\ l$.

Si calcola s, prendendo il maggiore dei valori dati dalle:

$$s = \frac{4}{3}\frac{V_m}{h\,K}; \quad s = (8 + 0{,}13\ l)^{mm} \quad (l \text{ espresso in m.})$$

Si trova quindi f_1 colla:

$$M_m = K\frac{J}{z} = \text{circa } K\,h\,(f_1 + {}^1/_6\ f_2).$$

Da f_1 si deduce la sezione lorda f della tavola, aggiungendovi la sezione dei fori pei chiodi. Approssimatamente $f = 1{,}25\, f_1$.

Fissata allora la larghezza b della tavola, si compone la sezione f coi lati orizzontali dei due ferri d'angolo e con una, o più lastre, secondo la grossezza risultante.

Per fissare la larghezza b della tavola, può servir di norma la formola empirica:

$$b = (150 + 5\, l)^{mm} \quad (l \text{ espresso in m.})$$

Pel diametro d dei chiodi si può ritenere:

$$d = (20 + 0{,}5\, l)^{mm} \quad (l \text{ espresso in m.}).$$

ponendoli a una distanza $a =$ al più piccolo dei valori dati dalle due formole seguenti:

$$a = \frac{3}{8} K \frac{h}{V_m} \pi d^2; \quad a = 6\, d.$$

119. *Travi a ⌶ composti di egual resistenza.*

1° Travi a tavole parallele.

Perchè la resistenza delle tavole alla flessione, sotto un carico uniformemente distribuito, corrisponda in ogni parte del trave al momento di flessione, che varia secondo le ordinate di una parabola (N. **106**, caso 4°), si dovrebbe dare alle tavole una sezione netta proporzionale a questo momento. Perciò, determinata la sezione netta della tavola nel mezzo del trave colla:

$$f_1\, h\, K = M_m$$

si porta (fig. 45) sul mezzo di l un'ordinata rappresentante f_1, dividendola in parti proporzionali alle sezioni nette delle lastre e dei ferri d'angolo destinati a comporla. Disegnata quindi la parabola di corda l e saetta f_1 (vedi fig. 20) e condotte le orizzontali, le intersezioni di queste colla parabola danno le lunghezze da assegnarsi alle diverse lastre.

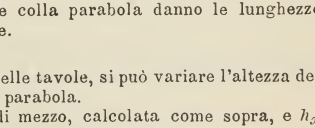


Fig. 45.

2° Travi parabolici.

Invece di variare la sezione delle tavole, si può variare l'altezza del trave secondo le ordinate della parabola.

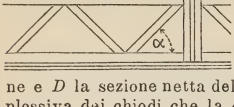
Sia h l'altezza nella sezione di mezzo, calcolata come sopra, e h_x l'altezza a una distanza x da cadaun estremo. Si ha:

$$h_x = 4\, h \frac{x\,(l - x)}{l^2}$$

Le altezze si intendono misurate fra i centri delle tavole. Generalmente si fa $h = {}^1/_8\, l$.

120. Travi a traliccio. — Le tavole si calcolano come ai numeri ***118***, ***119***. Quanto al traliccio (fig. 46), le sbarre e i loro collegamenti si calcoleranno in base ai valori delle forze verticali (N.i ***108***, ***109***), come segue. Se V è la forza verticale agente in un punto della lunghezza del trave, α l'inclinazione e D la sezione netta della sbarra corrispondente e φ la sezione complessiva dei chiodi che la collegano colle tavole, si prenderà:

Fig. 46.



$$D = \frac{1}{K}\,\frac{V}{\operatorname{sen}\alpha}; \quad \varphi = {}^4/_3\, D.$$

I valori di D, φ decrescono dagli estremi alla metà del trave colla legge di decrescenza dei valori di V. Per travi da ponti vedi N. ***141***.

121. Travi di ghisa. — Ai travi di ghisa si dà generalmente una sezione a I non simmetrico in causa della inegual resistenza della ghisa alla trazione e alla compressione, disponendola in modo che la tavola più larga sia quella soggetta a trazione (tavola inferiore). Fra le sezioni delle due tavole si può adottare un rapporto di ${}^1/_4 \div {}^1/_5$. — Altre forme in uso sono le sezioni a $\top$ e a $\cup$. — Le forme dei casi X e XI, N. ***111***, son calcolate esclusivamente per la ghisa; facendo uso di queste e d'altre forme consimili, si prenderà per K il valore corrispondente alla compressione (tabella XXIX).

Per travi di ghisa di egual resistenza si adotta generalmente il profilo parabolico (N. ***119***, 2°).

Minimo spessore ammissibile per l'anima (valore di b, casi X, XI, N. ***111***) $= 20 \div 35$ mm. per lunghezze di trave da 4 a 8 m.

122. Travi armati. — Sia Q il carico uniformemente distribuito sul trave. Le lettere maiuscole indicano le pressioni o tensioni dei pezzi di cui le stesse lettere minuscole rappresentano le lunghezze. I tratti grossi indicano pezzi compressi, i tratti sottili pezzi tesi.

Fig. 47.

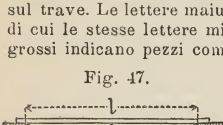


Fig. 47. $X = 0{,}3125\, Q\,\frac{x}{d}$;

$D = 0{,}625\, Q$; $L = 0{,}156\, Q\,\frac{l}{d}$

Cadauna tratta di trave è cimentata per flessione con un momento massimo $M_m = 0{,}03125\, Ql$, e per compressione colla forza L (resistenza composta, N. ***113***); quindi la sua sezione A si calcolerà colla:

$$\frac{L}{A} + \frac{M_m}{J/_z} = < K$$

Fig. 48.

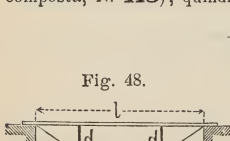


Fig. 48. $X = 0{,}367\, Q\,\frac{x}{d}$; $D = 0{,}367\, Q$;

$Y = L = 0{,}122\, Q\,\frac{l}{d}$; $M_m = 0{,}0111\, Ql$.

Calcolazione del trave come sopra.

Fig. 49.

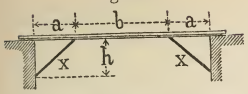


Fig. 49. $X = Q \frac{a+b}{2\,l} \frac{x}{h}$

$$B = Q \frac{a+b}{2\,l} \frac{a}{h}\,;\; M_m = Q \frac{b^2}{8\,l}$$

123. Tabelle sulle travature.

Le tabelle XXXI, XXXIII, XXXVI, XXXVII, danno il carico uniformemente distribuito p (in kg.) che un trave di 1^m di lunghezza appoggiato agli estremi può portare con sicurezza. Esse servono per calcolare il carico di sicurezza per qualsiasi lunghezza e in qualsiasi caso, nel modo che segue:

1° Se la lunghezza del trave è di l metri, il carico totale che esso potrà portare sarà $\frac{p}{l}$. Per esempio: un trave di legno di 32×40 cm. porta su 1^m di lungh. 41000^k (tabella XXXI); quindi sulla lungh. di 8^m lo stesso trave porterà $\frac{41000}{8} = 5125^k$, cioè $\frac{5125}{8}$ = circa 640 kg. per metro corrente.

Viceversa dato il carico Q uniformemente distribuito, che un trave deve portare sulla lunghezza l, se ne trovano le dimensioni cercando quelle corrispondenti a un carico $p = Ql$. Per esempio: si cerchino le dimensioni di un ferro a I capace di portare 3600^k sulla lunghezza di 5^m: si avrà $p = 3600 \times 5 = 18000^k$; al qual carico corrisponde secondo la tabella XXXIII:

$$H = 200^{mm},\; B = 110^{mm},\; \gamma = 10^{mm},\; \delta = 12^{mm}.$$

2° Se invece di travi appoggiati, si tratta di travi solidamente incastrati, si aumenterà di 50 % il p delle tabelle.

3° Se il carico è applicato, non su tutta la lunghezza, ma nel punto di mezzo di un trave appoggiato agli estremi, si prenderà la metà del p delle tabelle; ma se il trave è incastrato, p resta eguale al valore dato dalle tabelle stesse.

4° Se si assume un carico di sicurezza K_1 diverso da quello ammesso nelle tabelle (K), basta moltiplicare p per $\frac{K_1}{K}$. Così, per esempio, il trave a I di 80^{mm} di altezza della tabella XXXIII (calcolata per $K = 8$) porterebbe per $K_1 = 10^k$, un carico di: $\frac{10}{8}\ 1269 = 1586^k$ sulla lunghezza libera di 1^m, quindi di $\frac{1586}{l}$ sulla lunghezza l^m.

5° Il momento di resistenza pei travi metallici delle tab. XXXIII, XXXVI, XXXVII è dato dalla:

$$J/z = 15{,}625\ p \text{ (mm. e kg.)}$$

in cui per p si prenderà il valore dato dalle tabelle stesse.

XXXI Tabella. — Travi di legno

b, h larghezza e altezza della sezione in cm.; *A* area della sezione in mq.; *p* carico in kg. per la portata di 1^{m} corrispondente a un carico di sicurezza $K = 0^{k},6$ per mmq. (vedi N. **123**).

b	*h*	*A*	*p*	*b*	*h*	*A*	*p*	*b*	*h*	*A*	*p*
cm.	cm.	mq.	kg.	cm.	cm.	mq.	kg.	cm.	cm.	mq.	kg.
8	**8**	0,0064	410	**16**	**28**	0,0448	10000	**32**	**32**	0,1024	26200
»	**12**	0,0096	920	**20**	**20**	0,01	6390	»	**36**	0,1152	33100
»	**16**	0,0013	1640	»	**24**	0,048	9200	»	**40**	0,1280	41000
10	**10**	0,01	800	»	**28**	0,056	12520	»	**45**	0,1440	52000
»	**12**	0,012	1150	»	**32**	0,064	16350	**36**	**36**	0,1296	37200
»	**16**	0,016	2000	**24**	**24**	0,0576	11020	»	**40**	0,1440	46000
»	**20**	0,02	3200	»	**28**	0,0672	15040	»	**45**	0,1620	58200
12	**12**	0,0144	1380	»	**32**	0,0768	19640	»	**50**	0,18	72300
»	**16**	0,0192	2450	»	**36**	0,0864	24090	**40**	**40**	0,16	51400
»	**20**	0,024	3830	**28**	**28**	0,0784	17500	»	**45**	0,18	65000
16	**16**	0,0256	3270	»	**32**	0,0896	22900	»	**50**	0,20	80000
»	**20**	0,032	5100	»	**36**	0,1008	28900	»	**55**	0,22	97000
»	**24**	0,0384	7360	»	**40**	0,1120	35800	»	**60**	0,24	115600

XXXII Tabella. — Travicelli in ferro a ⊥ da solai

(Tipi del Creusot; i tipi da 80 a 180 mm. di altezza sono anche fabbricati, con piccole differenze, dalla ferriera di Vobarno)

Questa tabella dà una serie di tipi di travi a ⊥, dedotti dalla serie della seguente tabella XXXIII e specialmente adatti pei solai in ferro.
H altezza, *B* larghezza, γ spessore dell'asta, δ spessore delle flange (vedi fig. 36, pag. 114), *P* peso per metro corrente.

H	*B*	γ	δ	*P*	Carico totale ($K = 8$ kg. per mmq.) su una portata di metri:					
					3	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
mm.	mm.	mm.	mm.	kg.	kg.	kg.	kg.	kg.	kg.	kg.
80	43	5	6	7,00	423	317	—	—	—	—
100	43	5	6	8,25	620	465	372	—	—	—
120	45	4,5	6	9,20	811	608	487	405	347	—
140	49	6	8,5	12,25	1381	1036	829	690	592	518
160	54	6,5	9,25	14,50	1800	1350	1079	900	771	675
180	58	8	10	18,75	2595	1947	1557	1297	1112	973
200	60	8	10,5	20,25	3140	2355	1884	1570	1345	1177
220	64	8,5	10,5	25,20	3902	2926	2341	1951	1672	1463
235	95	9	12	32,00	6341	4756	3805	3169	2717	2378
235	106	10	13	38,00	7624	5718	4574	3812	3267	2859
250	115	10	12	38,00	7720	5790	4635	3860	3308	2895
250	130	11	13,5	46,00	9352	6914	5611	4676	4008	3507
250	135	16	13,5	56,00	10427	7821	6256	5214	4469	3910

XXXIII Tabella. — Ferri a I

(Creusot e altre ferriere francesi)

H altezza, *B* larghezza, γ spessore dell'asta, δ spessore medio delle flange in mm. (fig. 36); *p* carico uniformemente distribuito in kg. per la portata di 1^m, corrisp. a un carico di sicurezza $K = 8$ kg. per mmq. (vedi N. **123**); *P* peso del trave al metro corrente.

H	*B*	γ	δ	*P*	*p*	*H*	*B*	γ	δ	*P*	*p*
mm.	mm.	mm.	mm.	kg.	kg.	mm.	mm.	mm.	mm.	kg.	kg.
80	43	5	6	7,00	1269	**160**	80	8	10	22,25	8650
100	43	5	6	8,25	1860	**160**	80	8	11	23,00	9500
100	47	10	6,5	12,45	2343	**160**	80	7	7	19,50	7800
100	50	4	4	7,00	1874	**160**	90	18	10	34,79	11496
110	55	4,5	4,5	8,75	2392	**160**	120	10	12,5	34,50	14805
116	75	11	12	22,30	6216	**160**	85	7,5	7,5	22,25	9741
116	85	21	12	31,31	7353	**175**	80	8	11	22,50	10095
118	70	9	10	18,17	5250	**175**	87	15	11	32,00	12387
118	80	19	10	27,36	6732	**180**	55	7	9	18,10	7038
120	45	4,5	6	9,20	2433	**180**	58	8	10	18,75	7785
120	46	6	8	12,00	3065	**180**	65	15	10	28,50	10206
120	54	12,5	7	17,30	3951	**180**	80	8	11	25,00	11300
120	60	5	5	10,65	3391	**180**	83	11	11	29,20	12330
120	63	8	5	13,50	3850	**180**	100	9	12	32,00	14199
120	65	6,5	9	14,85	4502	**180**	109	18	12	45,00	17370
120	68	9,5	9	16,80	4750	**180**	120	10	12,5	36,00	17337
120	70	9	10	18,00	5800	**190**	95	8,5	8,5	27,73	13759
120	75	17	9	24,18	6111	**200**	60	8	9	20,25	9312
130	65	5,5	5,5	12,75	4388	**200**	60	8	10,5	22,00	9420
136	90	12	14	31,55	10098	**200**	67	15	10,5	31,25	12408
136	100	22	14	42,10	12072	**200**	90	9	10,75	28,00	14031
138	85	10	12	25,75	8676	**200**	96	15	10,75	37,50	16590
138	95	20	12	36,50	10713	**200**	110	10	12	35,65	18000
140	47	5,5	7	11,80	3576	**200**	120	20	12	51,25	22269
140	49	6	8,5	12,25	4143	**200**	130	12	12,5	41,34	21879
140	55	12	8,5	18,50	5400	**210**	105	9,5	9,5	33,75	18428
140	56	13,5	8	21,30	5604	**220**	64	8,5	10	25,20	11706
140	70	6	6	14,75	5449	**220**	110	9,5	9,5	35,75	20658
140	72	8	6	16,95	5870	**230**	115	10	10	39,25	23549
140	76	8	10	20,93	7002	**235**	95	9	12	32,00	19173
140	78	10	10	23,10	7400	**235**	100	14	12	41,00	21969
140	86	18	10	31,85	9090	**240**	120	10	10	41,25	26149
150	75	6,5	6,5	16,95	6502	**250**	110	10	15	45,00	27680
158	85	10	12	27,39	10533	**250**	130	11	13,5	46,00	28056
158	124	14	14	41,78	16776	**250**	135	16	13,5	56,00	31283
160	48	6,5	7	14,10	5265	**255**	140	18	20	75,00	47634
160	54	6,5	9,25	14,50	5673	**260**	100	12	7	50,00	30400
160	59	16	8	26,70	7650	**260**	120	10	12,5	43,60	28227
160	59,5	12	9,25	21,50	7170	**300**	120	12	18	65,00	44544

XXXIV Tabella. — Ferri a I

(Secondo il tipo normale proposto per le ferriere tedesche)

Dimensioni (lettere come nella fig. 36, pag. 114 e nella tab. XXXIII):

Per $H \leqq 250^{mm}$ si fa: $B = (0{,}4\,H + 10)^{mm}$; $\gamma = (0{,}03\,H + 1{,}5)^{mm}$

Per $H > 250^{mm}$ si fa: $B = (0{,}3\,H + 35)^{mm}$; $\gamma = 0{,}036\,H^{mm}$

In ogni caso: $\delta = 1{,}5\,\gamma$; raggio dei raccordi interni $= \gamma$; raggio dei raccordi esterni $= 0{,}6\,\gamma$.

Sia: P il peso al m. corr.; F la sezione in mmq.; J/z il momento di resistenza riferito al mm. come unità lineare, quindi in mm. e kg.

	Num. del tipo	H	B	γ	δ	P	F	J/z
		mm.	mm.	mm.	mm.	kg.	mmq.	mm.-kg.
Tipi commerciali	8	80	42	3,9	5,9	6,0	761	19600
	9	90	46	4,2	6,3	7,1	905	26200
	10	100	50	4,5	6,8	8,3	1069	34400
	11	110	54	4,8	7,2	9,6	1236	43800
	12	120	58	5,1	7,7	11,1	1427	55100
	13	130	62	5,4	8,1	12,6	1619	67800
	14	140	66	5,7	8,6	14,3	1835	82700
	15	150	70	6,0	9,0	16,0	2052	99000
	16	160	74	6,3	9,5	17,9	2294	118100
	17	170	78	6,6	9,9	19,8	2536	138500
	18	180	82	6,9	10,4	21,9	2804	162200
	19	190	86	7,2	10,8	24,0	3070	187300
	20	200	90	7,5	11,3	26,2	3365	216200
	21	210	94	7,8	11,7	28,5	3655	246400
	22	220	98	8,1	12,2	31,0	3976	280900
	23	230	102	8,4	12,6	33,5	4291	316700
	24	240	106	8,7	13,1	36,2	4637	357300
	26	260	113	9,4	14,1	41,9	5366	446000
	28	280	117	10,1	15,2	47,9	6139	547000
	30	300	125	10,8	16,2	54,1	6940	659200
Tipi eccezionali	32	320	131	11,5	17,3	61,0	7815	788900
	34	340	137	12,2	18,3	68,0	8716	931000
	36	360	143	13,0	19,5	76,1	9750	1098100
	38	380	149	13,7	20,5	88,9	10753	1274100
	40	400	155	14,4	21,6	92,3	11834	1472300
	42 1/2	425	163	15,3	23,0	103,7	13297	1753701
	45	450	170	16,2	24,3	115,2	14765	2053500
	47 1/2	475	178	17,1	24,6	127,6	16361	2396300
	50	500	185	18,0	27,0	140,5	18018	2769800

Il carico uniformemente distribuito p che un trave di 1^m di lungh. può portare con sicurezza per $K = 8^k$ per mmq. (N. **123**) è dato dalla:

$$p = 0{,}064\,J/z$$

XXXV Tabella. — Travi a I composti

(Figura 39, pagina 115)

Elementi del trave composto		Valori di J/z per altezze d'anima h di mm.						
		300	350	400	450	500	550	600
Pei 4 ferri d'angolo aventi le dimensioni controsegnate in mm.:	40.40 / 5	192300	229300	256500	303800	—	—	—
	50.50 / 6	278666	334200	399800	445500	—	—	—
	60.60 / 8	424700	512000	590800	688200	776800	865500	954300
	70.70 / 9	539800	652800	767700	883300	999500	1115800	1232500
	80.80 / 9	603300	733300	864800	997200	1130300	1264000	1398000
	90.90 / 10	729500	890000	1053000	1217700	1383200	1549700	1716700
	100.100 / 13	997000	1223300	1453800	1687200	1922500	2159200	2397000
	120.90 / 15	1274800	1553000	1834700	2118800	2404700	2691666	2979700
	125.125 / 19	—	—	—	—	3250000	3670700	4094300
Per l'anima dello spessore di mm.:	5	75000	102000	133300	168700	208300	252000	300000
	6	90000	122500	160000	202500	250000	302500	360000
	8	120000	163300	213300	270000	333300	403300	480000
	10	150000	204200	266700	337500	416700	504166	600000
	12	180000	245000	320000	405000	500000	605000	720000
	15	225000	306166	400000	506200	625000	756200	900000
Per ogni 100 mm. di largh. delle 2 tavole, cadauna, dello spess. complessivo di mm.:	5	150000	175000	200000	225000	250000	275000	300000
	6	180000	210000	240000	270000	—	—	—
	8	240200	280200	320000	360000	400000	440000	480000
	10	300300	349800	400200	450200	—	—	—
	12	360700	420500	480500	540300	600300	660300	720000
	15	451300	526200	601000	675800	750800	826200	900000
	20	603000	702700	802300	902200	1001800	1101666	1201700
	25	755800	880200	1004500	1129200	1253700	1378300	1503200
	30	—	—	—	—	1506300	1655800	1808700

Esempio. — Si abbia un trave con anima di 500mm, grossa 12mm, ferri d'ang. di 100mm di lato e 13mm di spess. e tavole larghe 300mm, composte di 2 lamiere di 15mm cadauna. L'altezza totale del trave sarà: $500 + 2.2.15 = 560$mm. Si avrà:

$$J/z = 1922500 + 500000 + 3.1506300 = 6941400$$

Per $K = 8$, questo trave può dunque resistere a un mom. di flessione:

$$M = 6941400 \times 8 = 55531200 \text{ (mm.-kg.)} = 55531{,}2 \text{ (m.-kg.)}.$$

XXXVI Tabella. — Travi Zorés a ∧

H altezza (= larghezza al piede), *b* larghezza interna al piede, δ spessore delle gambe, γ spessore delle flange, *α* spessore al vertice (vedi fig. 40, pag. 115); *p* carico in kg. per la portata di 1^{m}, corrispondente a $K = 8^{k}$ per mmq. (N. **123**), *P* peso al m. corrente.

H	δ	γ	*α*	*b*	*P*	*p*
mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	kg.	kg.
60	3	4	6	30	4	250
80	3	5	8	32	6	550
90	3,5	6	9	38	8	900
100	4	7	10	44	10	1300
110	4,5	8	11	52	12	1700
120	5	8,5	12	58	14	2100
130	5	9	13	58	16	2500
140	5,5	9	14	68	18	3400
150	5,5	9	15	74	20	4200
160	6	10	16	80	23	5400
180	7	11	18	90	29	8800
200	8	13	20	98	37,50	12400

XXXVII Tabella. — Travi a ⊏ e a ⅂

(*Creusot*)

H altezza, *B* larghezza, δ (= γ) spessore medio dell'asta e delle flange (vedi fig. 36, pag. 114), *p* carico in kg. per la portata di 1^{m}, corrispondente a $K = 8$ kg. per mmq. (N. **123**); *P* peso al m. corr.

H	*B*	δ	*P*	*p*	*H*	*B*	δ	*P*	*p*
mm.	mm.	mm.	kg.	kg.	mm.	mm.	mm.	kg.	kg.
80	31	8	7,58	1270	**140**	50	12	18,00	5382
80	34	11	9,41	1478	**140**	52	8	16,00	5004
100	34	11	14,00	2960	**140**	57	13	21,00	6050
100	44,5	14,5	17,00	3340	**175**	60	8	19,25	7784
120	37	7	11,50	3090	**175**	67	15	28,75	10080
120	42	12	16,00	3858	**175**	55	12	26,50	10300
120	43	8	14,00	3762	**175**	59	16	31,85	11610
120	48	13	18,50	4530	**175**	67	17	33,20	13350
120	51	9	15,00	4038	**175**	70	20	38,50	14320
120	55	13	18,70	4652	**235**	85	10	33,65	18540
120	58	10	16,80	4638	**235**	90	15	42,80	21480
120	62	14	20,50	5254	**250**	80	10	32,75	18400
140	45	7	13,00	4338	**250**	85	15	42,00	21730

XXXVIII Tabella. — Travi a ⊏ e a ⌞

(Secondo il tipo normale proposto per le ferriere tedesche)

1. *Ferri a* ⊏

Sia H l'altezza; $B = (0{,}25\,H + 25)^{mm}$ la larghezza; γ lo spessore dell'asta; δ lo spessore delle flange; P il peso al m. corr.; F l'area della sezione in mmq; J/z il momento di resistenza riferito al mm.

Num. del tipo	H	B	γ	δ	P	F	J/z
	mm.	mm.	mm.	mm.	kg.	mmq.	mm.-kg.
3	**30**	33	5	7	4,2	542	4300
4	**40**	35	5	7	4,8	620	7100
5	**50**	38	5	7	5,6	712	10700
6 ½	**65**	42	5,5	7,5	7,1	905	17900
8	**80**	45	6	8	8,6	1104	26700
10	**100**	50	6	8,5	10,5	1348	41400
12	**120**	55	7	9	13,3	1704	61300
14	**140**	60	7	10	15,9	2040	87000
16	**160**	65	7,5	10,5	18,8	2408	116500
18	**180**	70	8	11	21,9	2804	151600
20	**200**	75	8,5	11,5	25,2	3230	192700
22	**220**	80	9	12,5	29,3	3755	246500
26	**260**	90	10	14	37,8	4840	373600
30	**300**	100	10	16	45,9	5880	537600

2. *Ferri a* ⌞

Significazioni di H, B, γ, δ, P, F, J/z come sopra.

Proporzioni della sezione date dalle seguenti formole:

$B = (0{,}25\,H + 30)^{mm}$; $\gamma = (0{,}035\,H + 3)^{mm}$; $\delta = (0{,}05\,H + 3)^{mm}$

Num. del tipo	H	B	γ	δ	P	F	J/z
	mm.	mm.	mm.	mm.	kg.	mmq.	mm.-kg.
3	**30**	38	4	4,5	3,3	421	4000
4	**40**	40	4,5	5	4,2	535	6700
5	**50**	43	5	5,5	5,2	668	10400
6	**60**	45	5	6	6,1	780	14700
8	**80**	50	6	7	8,6	1096	27000
10	**100**	55	6,5	8	11,1	1426	43800
12	**120**	60	7	9	14,0	1794	65900
14	**140**	65	8	10	17,6	2260	95100
16	**160**	70	8,5	11	21,2	2713	130300

Valore di p come al piede della tabella XXXIV.

2. LASTRE E FERRI LAMINATI

Dimensioni usuali dei ferri laminati (*Creusot*):

Lamiere. — Lamiere grosse: spessore $3 \div 18$ mm.; larghezza massima $1^{m},50 \div 2^{m},00$; lunghezza variabile in ragione inversa della larghezza; area massima $4^{mq},5 \div 6^{mq}$.

Lamiere medie: spess. $1,5 \div 2,75$ mm.; largh. mass. $1^{m},20 \div 1^{m},30$; area massima $4^{mq},2 \div 5^{mq},5$.

Lamierini: spessore $0,25 \div 1,5$ mm.; larghezza massima $1^{m},30$; area massima 3^{mq}.

Ferri quadri e tondi. — Lunghezze ordinarie $4^{m} \div 6^{m}$, eccezionalmente fino a 10^{m} e più; massimo lato o diametro ordinariamente 110^{mm}, eccezionalmente fino a 200^{mm}.

Ferri laminati diversi. — Lunghezze ordinarie $4^{m} \div 6^{m}$, eccezionalmente fino a $8^{m} \div 10^{m}$. Le dimensioni ordinarie della sezione risultano dalle tabelle seguenti e da quelle precedenti sulle travature.

XXXIX Tabella. — Lamiere e lastre

a) Peso al mq. delle lastre di diversi metalli, in kg.

Spess. mm.	Ferro	Acciaio	Ghisa	Rame	Spess. mm.	Ferro	Acciaio	Ghisa	Rame
0,25	1,90	1,97	—	2,22	10	77,80	78,70	72,50	89,00
0,5	3,89	3,93	—	4,45	11	85,58	86,57	79,75	97,90
1	7,78	7,87	7,25	8,90	12	93,36	94,44	87,00	106,80
1,5	11,67	11,81	—	13,35	13	101,14	102,31	94,25	115,70
2	15,56	15,74	14,50	17,80	14	108,92	110,18	101,50	124,60
2,5	19,44	19,67	—	22,25	15	116,70	118,05	108,75	133,50
3	23,34	23,61	21,75	26,70	16	124,48	125,92	116,00	142,40
3,5	27,23	27,54	—	31,15	17	132,26	133,79	123,25	151,30
4	31,12	31,48	29,00	35,60	18	140,04	141,66	130,50	160,20
4,5	35,01	35,42	—	40,05	19	147,82	149,53	137,75	169,10
5	38,90	39,35	36,25	44,50	20	155,60	157,40	145,00	178,00
6	46,68	47,22	43,50	53,40	21	163,38	165,27	152,25	186,90
7	54,46	55,09	50,75	62,30	22	171,16	173,14	159,50	195,80
8	62,24	62,96	58,00	71,20	23	178,94	181,01	166,75	204,70
9	70,02	70,83	65,25	80,10	24	186,72	188,88	174,00	213,60

b) Peso al mq. delle lastre di zinco della *Vieille-Montagne* (in fogli di m. 0,50; 0,65; 0,80 di larghezza per m. 2,00 di lunghezza).

Numero	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Spess. mm.	0,5	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,4	1,5	1,7	1,9	2,0	2,2	2,4
Peso kg.	4,65	5,30	5,95	6,55	7,50	8,45	9,35	10,1	11,3	12,5	13,8	15,0	16,3

c) Lamiera ondulata (*Hein, Lehmann* e *C., Berlino*).

h altezza, *b* largh. di un'ondulaz. completa (fig. 43, p. 115); δ spess. della lamiera; *P* peso al mq.; *Q* carico di sicurezza in kg. per mq.

h	b	δ	P	J/z per un' ondulaz. mm.-kg.	Valore di Q (per $K = 9$ kg. per mmq.) per una distanza fra gli appoggi di:				
mm.	mm.	mm.	kg.		$1^m,50$	$2^m,0$	$2^m,50$	$3^m,0$	$3^m,40$
50	90	1	13	1835	650	370	230	160	130
60	90	1	15	2445	870	490	310	220	170
70	90	1	16	3130	1110	630	400	280	220
80	100	1	17	4050	1300	730	470	320	250
80	100	1,5	25,5	6040	1930	1090	700	480	380
80	100	2	34	8000	2560	1440	900	640	500
80	100	3	51	11860	3800	2140	1370	950	740
100	100	3	61	17100	5470	3078	1970	1370	1070

XL Tabella. — Ferri quadri e tondi

Lato o diam.	Peso al m.		Lato o diam.	Peso al m.		Lato o diam.	Peso al m.	
	quadro	tondo		quadro	tondo		quadro	tondo
mm.	kg.	kg.	mm.	kg.	kg.	mm.	kg.	kg.
5	0,195	0,153	**31**	7,477	5,872	**85**	56,21	44,15
6	0,280	0,220	**32**	7,967	6,257	**90**	63,02	49,49
7	0,381	0,299	**33**	8,382	6,652	**95**	70,21	55,15
8	0,498	0,391	**34**	8,994	7,064	**100**	77,80	61,10
9	0,630	0,495	**35**	9,531	7,485	**105**	85,55	67,37
10	0,778	0,611	**36**	10,08	7,919	**110**	93,14	73,94
11	0,931	0,739	**37**	10,65	8,365	**115**	102,9	80,81
12	1,120	0,880	**38**	11,23	8,823	**120**	112,0	88,00
13	1,315	1,033	**39**	11,83	9,294	**125**	121,6	95,48
14	1,525	1,198	**40**	12,45	9,776	**130**	131,5	103,3
15	1,751	1,375	**41**	13,08	10,27	**135**	141,8	111,4
16	1,992	1,564	**42**	13,69	10,78	**140**	152,5	119,8
17	2,248	1,766	**43**	14,39	11,30	**145**	163,6	128,5
18	2,521	1,980	**44**	14,90	11,83	**150**	175,1	137,5
19	2,809	2,206	**45**	15,75	12,37	**155**	186,9	146,8
20	3,112	2,444	**46**	16,46	12,93	**160**	199,2	156,4
21	3,422	2,695	**47**	17,19	13,50	**165**	209,6	166,4
22	3,726	2,957	**48**	17,93	14,08	**170**	224,8	176,6
23	4,116	3,232	**49**	18,68	14,67	**175**	238,3	187,1
24	4,481	3,520	**50**	19,45	15,28	**180**	252,1	198,0
25	4,863	3,819	**55**	23,28	18,48	**185**	266,3	209,1
26	5,259	4,131	**60**	28,01	22,00	**190**	280,9	220,6
27	5,672	4,455	**65**	32,87	25,82	**195**	295,9	232,3
28	6,100	4,791	**70**	38,12	29,94	**200**	311,2	244,4
29	6,543	5,139	**75**	43,76	35,37	**220**	376,5	296,0
30	7,002	5,499	**80**	49,79	39,11	**240**	448,5	352,4

NB. Per l'acciaio, si aumenteranno questi pesi di circa 1 %.

XLI Tabella. — Ferri a ⊤

(Creusot)

H altezza, *B* larghezza, δ_1 spessore medio della flangia, δ_2 spessore medio dell'asta, *P* peso al m. corrente.

H	*B*	δ_1	δ_2	*P*	*H*	*B*	δ_1	δ_2	*P*
mm.	mm.	mm.	mm.	kg.	mm.	mm.	mm.	mm.	kg.
25	25	3	3	1,12	**90**	100	12	18	18,14
30	30	4	4	1,74	**90**	120	12	20	21,19
40	40	6	6	3,50	**100**	80	12	12	15,59
50	40	6	6	3,90	**100**	100	12	20	22,80
50	70	6	8	5,80	**100**	130	12	20	25,59
60	50	6	6	4,83	**100**	150	18	18	32,32
60	60	6	10	6,99	**110**	70	15	15	19,18
60	120	6	10	9,75	**110**	110	15	20	27,50
70	70	10	10	10,09	**120**	80	15	15	21,48
70	90	10	15	13,99	**120**	100	15	18	26,24
70	110	10	15	15,55	**120**	120	15	15	26,12
80	50	10	10	9,30	**130**	65	15	15	20,93
80	80	10	15	14,35	**130**	100	18	20	31,29
80	100	10	15	15,91	**130**	130	18	20	35,46
90	80	12	18	16,30	**150**	130	15	23	39,00

XLII Tabella. — Ferri a ⊤

(Secondo il tipo normale proposto per le ferriere tedesche)

H altezza, *B* larghezza; $\delta_1 = \delta_2 = \delta = (0{,}15\,H + 1)^{mm}$ pei ferri a flange larghe (pei quali $B = 2\,H$); $\delta_1 = \delta_2 = \delta = (0{,}1\,H + 1)^{mm}$ pei ferri a flange strette (pei quali $B = H$); *P* peso al m. corr.; *F* area della sezione in mmq.

H	*B*	δ	*P*	*F*	*H*	*B*	δ	*P*	*F*
mm.	mm.	mm.	kg.	mmq.	mm.	mm.	mm.	kg.	mmq.
20	20	3	0,9	111	**60**	60	7	6,2	791
25	25	3,5	1,3	163	**60**	120	10	13,3	1700
30	30	4	1,7	224	**70**	70	8	8,2	1056
30	60	5,5	3,6	464	**70**	140	11,5	17,8	2882
35	35	4,5	2,3	295	**80**	80	9	10,6	1359
35	70	6	4,6	594	**80**	160	13	23,0	2951
40	40	5	2,9	375	**90**	90	10	13,3	1700
40	80	7	6,2	791	**90**	180	14,5	28,9	3704
45	45	5,5	3,6	465	**100**	100	11	16,2	2079
45	90	8	7,9	1016	**100**	200	16	35,4	4544
50	50	6	4,4	564	**120**	120	13	23,0	2951
50	100	8,5	9,4	1202	**140**	140	15	31,3	3975

XLIII Tabella. — Ferri d'angolo

1. A lati eguali

Lato mm.	Peso al m. corr. in kg. per uno spessore di mm.:										
	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	18
20	0,90	1,21	1,46	—	—	—	—	—	—	—	—
22	0,97	1,35	1,64	—	—	—	—	—	—	—	—
24	1,08	1,49	1,78	2,00	—	—	—	—	—	—	—
26	1,20	1,53	1,96	2,21	2,56	—	—	—	—	—	—
28	1,30	1,67	2,14	2,42	2,79	3,10	—	—	—	—	—
30	1,40	1,81	2,28	2,63	3,02	3,38	3,68	—	—	—	—
35	1,64	1,98	2,69	3,09	3,59	4,06	4,47	—	—	—	—
40	1,87	2,14	3,10	3,55	4,08	4,74	5,26	5,56	—	—	—
45	2,11	2,29	3,49	4,01	4,65	5,42	6,05	6,45	—	—	—
50	2,36	2,45	3,90	4,47	5,22	6,10	6,84	7,34	8,36	—	—
55	—	2,60	4,29	4,93	5,79	6,78	7,63	8,23	9,48	—	—
60	—	—	4,72	5,39	6,36	7,46	8,42	9,12	10,60	12,36	—
65	—	—	5,11	5,85	6,93	8,14	9,21	10,01	11,72	13,73	15,85
70	—	—	—	6,31	7,50	8,82	10,00	10,90	12,84	15,10	17,46
75	—	—	—	6,77	8,06	9,70	10,79	11,79	13,96	16,47	19,07
80	—	—	—	—	8,63	10,38	11,58	12,68	15,08	17,84	20,68
85	—	—	—	—	9,20	11,05	12,37	13,57	16,20	19,21	22,29
90	—	—	—	—	—	11,74	13,16	14,46	17,32	20,58	23,90
95	—	—	—	—	—	12,42	13,95	15,35	18,44	21,95	25,51
100	—	—	—	—	—	—	14,74	16,24	19,56	23,32	27,12
110	—	—	—	—	—	—	15,53	17,13	20,68	24,69	27,83
120	—	—	—	—	—	—	—	18,02	21,80	26,06	30,34
130	—	—	—	—	—	—	—	18,91	22,92	27,43	31,95

2. A lati disuguali

Lati mm.		Peso al m. corr. in kg. per uno spessore di mm.:										
		3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16
10	30	1,10	1,44	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	40	1,33	1,75	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	45	—	2,22	2,73	—	—	—	—	—	—	—	—
30	60	—	—	3,32	3,90	4,53	—	—	—	—	—	—
40	60	—	—	3,71	4,40	5,08	—	—	—	—	—	—
40	80	—	—	—	5,34	6,20	7,00	—	—	—	—	—
50	75	—	—	—	—	6,40	7,30	8,10	—	—	—	—
50	100	—	—	—	—	—	8,90	10,00	10,90	—	—	—
65	100	—	—	—	—	—	—	11,00	12,10	—	—	—
65	130	—	—	—	—	—	—	—	14,40	17,10	—	—
80	120	—	—	—	—	—	—	—	14,80	17,60	—	—
80	160	—	—	—	—	—	—	—	—	21,30	24,70	—
100	150	—	—	—	—	—	—	—	—	22,30	25,80	—
100	200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	31,20	35,40

3. SOLAI

124. Peso proprio e sopracarico dei solai.

1) Peso proprio (carico permanente):

a) Per l'orditura del solaio (esclusi i travi maestri):

Travicelli di legno e assito	in media	al	mq.	kg. 35
Travicelli di ferro con sbadacchi e assito	»	»	»	40
Travicelli di ferro con vôlte di quarto	»	»	»	250

Il peso del ferro al mq. nei solai metallici è di 16 ÷ 20 kg. pei solai leggieri, 20 ÷ 26 pei solai a vôlte, 30 ÷ 50 pei solai con travi maestri.

b) Pei pavimenti e soffitti:

Pavim. di legno semplice colla sua armatura	al	mq.	kg. 20 ÷ 30
Pavim. a tavolette (*parquet*)	»	»	50 ÷ 80
Pavim. di pianelle col suo letto	»	»	60 ÷ 90
Soffitto di stuoie e intonaco semplice	»	»	20 ÷ 30
Soffitto di correntini con stucchi	»	»	70 ÷ 120

2) Sopracarico (carico accidentale):

Solai leggeri (camere sottotetto ecc.)	al	mq.	kg. 80 ÷ 100
Solai ordinari (camere d'abitazione)	»	»	150 ÷ 180
Sale da ballo e di riunione	»	»	250 ÷ 300
Opifici con macchine	»	»	270 ÷ 350
Magazzini	»	»	400 ÷ 500

125. Solai in legno.

Sistema a travicelli. — Travicelli distanti $0^m,40 \div 0^m,50$ da centro a centro, impostati nel muro di $0^m,15 \div 0^m,20$.

Sistema a panconi. — Panconi grossi 60 ÷ 90 mm.; altezza 3 ÷ 4 volte la grossezza; distanza come sopra.

Dimensioni usuali della sezione come segue:

Portata	Travicelli				Panconi	
	solai leggeri distanza		solai pesanti distanza		solai ordinari distanza	
	$0^m,40$	$0^m,50$	$0^m,40$	$0^m,50$	$0^m,40$	$0^m,50$
m.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.
3	90.120	100.140	95.135	110.160	50.180	60.190
4	100.150	120.170	110.160	140.180	60.220	70.230
5	120.170	140.200	140.180	160.210	70.260	80.280

Assito. — Tavole di 25 ÷ 35 mm. - Tavole di 25, 50, 75 mm. resistono a carichi ordinari su una lunghezza libera di 0,60; 1,20; 1,80 m.

Travi maestri. — Da adottarsi per portate $> 4^m,50 \div 5^m$. Impostamento nel muro $0^m,20 \div 0^m,30$. Dimensioni come nella tabella seguente (vedi anche la tabella XXXI).

Portata	Carico totale al mq. 300 ÷ 400 kg.			Carico totale al mq. 500 ÷ 600 kg.		
	distanza dei travi da centro a centro			distanza dei travi da centro a centro		
	3m	4m	5m	3m	4m	5m
m.	cm.	cm.	cm.	cm.	cm.	cm.
3	26×18	28×20	30×20	30×21	32×23	35×25
4	31×22	33×24	36×25	35×25	38×27	42×30
5	35×25	38×27	42×30	42×30	45×32	47×33
6	39×28	43×31	47×33	47×33	52×37	56×40
7	43×31	47×33	52×37	52×37	58×41	62×44
8	47×33	52×37	58×41	56×40	62×44	67×48

Costo. — Costo del materiale, vedi « Elenco di prezzi. » – Mano d'opera per la costruzione di 1mq di solaio rustico, giornate di falegname e garzone 0,08 ÷ 0,1; di solaio civile (con listelli) 0,11 ÷ 0,14. Spese generali 35 ÷ 40 % della mano d'opera. Chioderia 0k,3 ÷ 0k,5 per mq. La giornata s'intende di 10 ore. Le spese generali comprendono le spese per mezzi sussidiari e per direzione.

Mano d'opera per l'apprestamento, l'innalzamento all'altezza *h* e la posa dei travi maestri: per ogni mc. di legname, giornate di carpentiere 1,3 + 0,02 *h*, di manovale 0,55 + 0,04 *h*, di muratore 1,1. Spese generali 30 %, più il nolo dell'apparecchio elevatore.

126. Solai in ferro.

Travicelli. — Travicelli a ⌶ distanti da centro a centro 0m,70 ÷ 1m. Impostamento nel muro 0m,25 ÷ 0m,30. — La seguente tabella dà le portate e le distanze a cui sono applicabili, per $K = 10^k$ per mmq., i travicelli a ⌶ di 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22 cm. di altezza della tabella XXXII, pag. 122.

Portata	Altezze e distanze da centro a centro dei travicelli a ⌶ per un carico totale al mq. di kg.:							
	300		400		500		600	
	Alt.	Dist.	Alt.	Dist.	Alt.	Dist.	Alt.	Dist.
m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.
2,50	0,08	0,85	0,10	0,93	0,12	0,97	0,12	0,81
3	0,10	0,86	0,12	0,85	0,14	1,15	0,14	0,96
3,50	0,12	0,83	0,14	1,06	0,14	0,85	0,16	0,96
4	0,14	1,08	0,14	0,81	0,16	0,89	0,18	1,01
4,50	0,14	0,85	0,16	0,88	0,18	0,96	0,18	0,80
5	0,16	0,95	0,18	0,97	0,18	0,78	0,20	0,79
5,50	0,18	1,07	0,18	0,80	0,20	0,78	0,22	0,81
6	0,18	0,90	0,20	0,82	0,22	0,81	0,22	0,68
6,50	0,20	0,93	0,22	0,87	0,22	0,69	0,22	0,58
7	0,22	1,00	0,22	0,75	0,22	0,60	—	—
7,50	0,22	0,87	0,22	0,65	—	—	—	—
8	0,22	0,76	0,22	0,57	—	—	—	—

Travi maestri. — Per portate maggiori si sostengono i travicelli con travi maestri, a I semplice o composto, per la calcolazione dei quali vedi tabelle XXXIII, XXXIV, XXXV e N. **118**.

Costo. — Costo del materiale, vedi « Elenco di prezzi. » — Mano di opera per la posa del ferro in un solaio metallico ordinario: per ogni quintale di ferro, giornate di muratore e garzone 0,2 nei solai semplici a vôlte; giornate di muratore e garzone 0,2, di fabbro 0,6, di suo garzone 0,3 nei solai con travi maestri. Spese generali 30 %.

127. *Pavimenti e soffitti.* — Pavimenti di pianelle, piastrelle, smalto o cemento, asfalto o lava, terrazzi alla veneziana: letto di calcinaccio di ghiaia e calce di 35 ÷ 80 mm. di spessore; spessore del cemento, o dello smalto 20 ÷ 30 mm., dell'asfalto 10 ÷ 15 per pavimenti ordinari, 20 ÷ 25 per pavimenti carreggiabili, del terrazzo 25 ÷ 50 mm. — Lastrico: letto di ghiaia e malta, o mattoni e malta di 80 ÷ 100 mm.; lastre di 40 ÷ 120 mm. — Ciottolato: letto di sabbia di 40 ÷ 60 mm.; ciottoli di 60 ÷ 100 mm. di diam. — Pavim. di tavole: tavole di 25 ÷ 40 mm. sopra correnti di 40×80 mm. di sez. distanti $0^m,50$, oppure di 80×100 mm. distanti $0^m,60 \div 0^m,70$.

Soffitto a stuoie: stuoie assicurate ai travicelli o a un'armatura di centine leggere, con 20 ÷ 25 mm. di intonaco. — Soffitto a correntini: correntini di 25 ÷ 50 mm. di lato inchiodati ai travicelli, con intervalli di 10 mm. per l'intonaco.

Mano d'opera per 1^{mq} di pavimento di pianelle. giornate di lastricatore e garzone 0,2; di pavim. di smalto 0,2; di pavim. d'asfalto 0,5 ÷ 0,7; di terrazzo semplice 0,6 ÷ 1; di lastrico 0,25; di ciottolato 0,6; di pavim. di tavole, giorn. di falegname e garzone 0,4 ÷ 0,5. Spese gen. 30 ÷ 35 %.

Mano d'opera per 1^{mq} di soffitto a stuoie, giornate di muratore e garzone 0,28; di soffitto a correntini 0,33. Spese generali 25 %. Chioderia e filo di ferro kg. 0,25 ÷ 0,35.

4. COPERTURE

128. *Peso proprio e sopracarico.* — Il peso proprio della copertura, escluse le incavallature (capriate) e il materiale di coperta, si compone come segue, per tetti sia in legno che in metallo:

a) Correnti (arcarecci, terzere)	per mq. di tetto kg.			12 ÷ 25
b) Orditura, composta di travicelli, listelli o assito, ecc. per coperture leggere (ferro, zinco, vetri, ardesie)	»	»	»	15 ÷ 25
Per coperture pesanti (tegole) ..	»	»	»	25 ÷ 35

La pressione verticale dovuta alla neve, per tetti di inclinazione ordinaria, vale a dire da 33° a 18°, varia da 30 ÷ 35 kg. a 80 ÷ 95 kg. per mq. secondo che l'altezza della neve varia fra $0^m,40$ e $0^m,80$. La pressione verticale del vento è, per le stesse inclinazioni, di 20 ÷ 15 kg. con un vento forte, e può salire a 80 ÷ 60 kg. in un uragano. Crescendo l'inclinazione del tetto, la pressione della neve diminuisce, mentre cresce

quella del vento. In media per le nostre regioni si può calcolare il sopracarico complessivo dovuto alla neve e al vento da 60 a 80 kg. per mq. di tetto secondo il clima e l'esposizione, qualunque sia l'inclinazione.

Quindi il carico totale per mq. di tetto, escluso il materiale di coperta:

per copert. leggere, secondo clima ed esposizione kg. $90 \div 120$
per copert. pesanti » » » » $110 \div 140$

A questo carico si deve aggiungere il peso del materiale di coperta, come risulta dalla seguente tabella:

Materiale di coperta	Numero pezzi per metro q.	Monta in fraz. della portata	Peso per mq. in chilogr.
Tegole comuni a canale di $0^m,40 \times 0^m,13 \times 0^m,19$ a 2 strati	$36 \div 44$	$1/3 \div 1/4$	$70 \div 80$
Tegole comuni a canale con ridoppi (3 strati)	54	»	105
Tegole piane di $0^m,42 \times 0^m,25$	14	»	36,5
Tegole piane di $0^m,28 \times 0^m,21$	21	»	33,5
Tegole piane con sottoposto pianellato	—	»	110
Ardesie francesi, spessore mm. $3 \div 4$	$46 \div 60$	»	$30 \div 35$
Ardesie lombarde, spessore mm. $6 \div 9$	$22 \div 24$	»	$30 \div 45$
Lamiera zincata, spessore mm. $0,7 \div 1$	—	$1/5 \div 1/6$	$6 \div 8$
Zinco N. 14-16, spessore mm. $0,9 \div 1,1$	—	»	$6 \div 7,5$
Piombo, spessore mm. 3,5	—	»	40
Vetro, spessore mm. $3 \div 5$	—	»	$8 \div 14$
Vetro, spessore mm. $10 \div 12$	—	»	32

129. Orditura dei tetti. — Distanza ordinaria delle incavallature in legno o in ferro, $3^m \div 4^m,50$ da centro a centro (anche maggiore, fino a $7 \div 8$ m., per tetti in ferro di grandissima portata). Distanza dei correnti longitudinali $1^m,25 \div 2^m$; dei travicelli $0^m,40 \div 0^m,50$; dei correntini (per tegole a canale) $0^m,08 \div 0^m,12$. All'orditura con travicelli e correntini si può, per tegole a canale, sostituirne una di soli travicelli più leggeri, alla distanza di $0^m,15$. Per tegole piane, la distanza dei correntini dipende dalla lunghezza delle tegole. Se il materiale di coperta si sovrappone a un piano di tavole o di pianelle, queste son posate direttamente sui travicelli.

Nei tetti in ferro si impiegano correnti a |, a ⌊, o a ⊤ per piccole portate, a ⌶ semplice, composto, a graticcio, od armato per portate medie e grandi; travicelli e correntini a ⊤, a ⌊, o a ⌋.

I correnti vanno calcolati pel peso uniformemente distribuito dell'orditura del tetto, del sopracarico e del materiale di coperta, colle formole del N. ***106***, caso 4°, in base alla loro lunghezza, che è la distanza fra le incavallature; i travicelli pel peso uniformem. distribuito del sopracarico e del materiale di coperta, assito ecc., colle stesse formole, in base alla distanza fra i correnti.

130. Incavallature. — Sono di legno, di ferro, o miste. Nelle incavallature miste i puntoni sono di legno. In quelle intieramente metalliche, i puntoni hanno la sezione a ⌶, sia semplice, o formata con

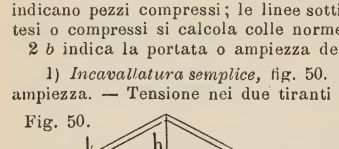
2 ferri a ⊐ riuniti, sia composta, piena o a graticcio. I tiranti sono costituiti da ferri tondi, oppure da uno o due ferri piatti. Contrafissi in ghisa o ferro, a sezione a + nel sistema Polonceau, in ferro a T nel sistema inglese. Controventi (per collegare le incavallature fra loro) in ferro tondo o piatto, sia incrociati, sia longitudinali.

Nelle calcolazioni seguenti P rappresenta il carico totale distribuito lungo il puntone di lunghezza l. Le lettere maiuscole indicano gli sforzi a cui son sottoposti i pezzi, le cui lunghezze sono designate colle stesse lettere minuscole nelle formole e nelle figure. Le linee grosse nelle fig. indicano pezzi compressi; le linee sottili pezzi tesi. La sezione dei pezzi tesi o compressi si calcola colle norme dei N.i **102**, **103**.

2 b indica la portata o ampiezza dell'incavallatura; a l'altezza.

1) *Incavallatura semplice,* fig. 50. Conveniente fino a $6^m \div 8^m$ di ampiezza. — Tensione nei due tiranti di lunghezza x, h:

Fig. 50.



$$X = P\,\frac{x}{2h}; \quad H = P\,\frac{f}{h}$$

(f = monta dei tiranti).

Pressione nel puntone l:

$$L = X\,\frac{l}{x}$$

Se $f = o$, anche $H = o$, cioè il tirante h non fa che sostener la catena (per ciò basta un diametro di $15 \div 18$ mm.) o anche si ommette. Il puntone è inoltre soggetto a flessione con un momento massimo:

$$M_m = 0{,}125\ Pb$$

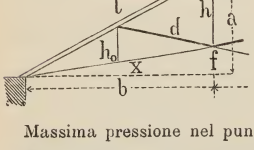
quindi la sezione A del puntone si calcolerà (N. **113**) colla:

$$\frac{L}{A} + \frac{M_m}{J/_z} = < K$$

scegliendo il coeff. K per la compress. colle norme del N. **103**.

2) *Incavallatura a contrafisso,* fig. 51. Conveniente fino a $10^m \div 12^m$ di ampiezza. Vedi tabella XLVII (sistema inglese a un contrafisso).

Fig. 51.



Tensioni nei tiranti x, h:

$$X = 0{,}81\ P\,\frac{x}{h}; \quad H = \left(0{,}625 + \frac{f}{h}\right) P$$

Pressione nel contrafisso d:

$$D = 0{,}625\ P\,\frac{d}{h}$$

Massima pressione nel puntone l: $L_{max} = X\,\frac{l}{x}$.

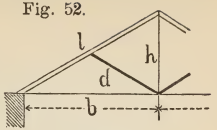
Massimo momento di flessione nel puntone (b = semi-ampiezza):

$$M_m = 0{,}03125\ Pb.$$

Calcolazione del puntone come sopra. — Il tirante h_0 non essendo teso ($H_0 = 0$), non fa che sostenere il tirante x, oppure si ommette.

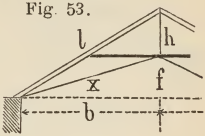
3) *Casi particolari dell'incavallatura a contrafisso.*

Fig. 52.



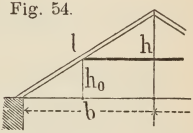
a) $f = o$, $h = a$. Il tirante x forma catena orizzontale e diventa $= b$; $d = \frac{l}{2}$ (fig. 52). Stesse formole del caso generale introducendovi questi valori particolari.

Fig. 53.



b) $f = h = \frac{a}{2}$. Il contrafisso d forma controcatena orizzontale e diventa $= \frac{b}{2}$ (fig. 53). Stesse formole come sopra.

Fig. 54.

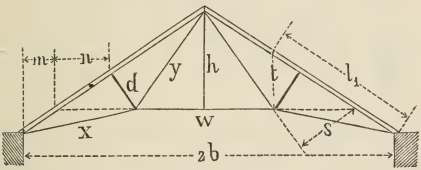


c) $f = o$, $h = \frac{a}{2}$. Il tirante x forma catena e diventa $= b$; d forma controcatena e diventa $= \frac{b}{2}$ (fig. 54). In questo caso, inoltre, bisogna porre $H = o$, cioè il tirante verticale non serve che a sostenere catena e controcatena, o anche si ommette.

4) *Incavallature a sistema Polonceau.*

a) A 1 contrafisso, fig. 55. Conveniente fino a $12^m \div 16^m$ di ampiezza, ma applicabile anche per ampiezze maggiori (tabella XLIV).

Fig. 55.



x, y tiranti ($y = x$); d contrafisso; w catena; l lungh. del puntone.

Si prolunghi w fino a incontrare i puntoni; si elevi la verticale t sino al puntone; e si abbassi la perpendicolare s dal punto d'incontro di w col puntone sul prolungamento del tirante y.

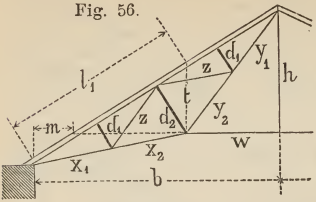
$$X = 0{,}81\ P\ \frac{x}{l};\quad Y = 0{,}0625\ P\ \frac{13\ m + 10\ n}{s};\quad W = 0{,}5\ P\ \frac{b}{h}$$

$$D = 0{,}625\ P\ \frac{b}{l};\quad H = 0;\quad L_{max} = X\ \frac{l_1}{x};\quad M_m = 0{,}03125\ P\ b$$

Calcolazione del puntone come nel 1° caso.

b) A 3 contrafissi, fig. 56. Conveniente fino a $20^m \div 25^m$ di ampiezza, ma applicabile fino a 40^m e più (vedi tabella XLV).

Fig. 56.



$x_1 = x_2 = y_1 = y_2 = z$ tiranti; w catena; d_1 d_1 d_2 contrafissi; t verticale come sopra.

$$\left.\begin{matrix} X_1 = 1{,}8 \\ X_2 = 1{,}514 \end{matrix}\right\} P\,\frac{x_1}{t}$$

$$W = 0{,}5\,P\,\frac{b}{h}$$

$$Z = 0{,}286\,P\,\frac{x_1}{t}\,; \quad Y_1 = 4\,P\,\frac{x_1}{t}\,\frac{0{,}2\,b + 0{,}05\,m}{b - m}\,; \quad Y_2 = Y_1 - Z$$

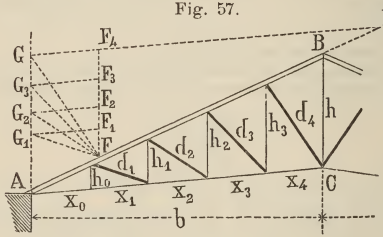
$$\left.\begin{matrix} D_1 = 0{,}286 \\ D_2 = 0{,}514 \end{matrix}\right\} P\,\frac{b}{l}\,; \quad L_{max} = X_1\,\frac{l_1}{2\,x_1}$$

$$H = 0\,; \quad M_m = 0{,}0067\,P\,b$$

Calcolazione del puntone come sopra.

5) *Incavallature a sistema inglese* (contrafissi obliqui e tiranti verticali). Vedi tabella XLVII.

Fig. 57.



Costruzione generale per un numero qualunque di contrafissi (fig. 57). AG verticale ed $= \frac{P}{2}$; $GE \parallel AC$; $GF \parallel d_4$ sino ad incontrare in F il puntone; $FG_3 \parallel d_3$; $FG_2 \parallel d_2$; $FG_1 \parallel d_1$; FF_4 verticale; $G_3 F_3$, $G_2 F_2$, $G_1 F_1$ parallele ad AC. Gli sforzi a cui son soggetti i diversi pezzi del sistema si hanno allora, nella stessa scala presa per AG, dalle·

$$X_4 = EG + GF_4\,; \quad X_3 = X_4 + GF_4\,; \quad X_2 = X_3 + GF_4\,;$$
$$X_1 = X_0 = X_2 + GF_4\,;$$
$$D_4 = FG\,; \quad D_3 = FG_3\,; \quad D_2 = FG_2\,; \quad D_1 = FG_1\,;$$
$$H = 2\,FF_4\,; \quad H_3 = FF_3\,; \quad H_2 = FF_2\,; \quad H_1 = FF_1\,;$$
$$H_0 = o$$
$$L_{max} = X_1\,\frac{AB}{AC}$$

I momenti massimi di flessione del puntone e i limiti di applicabilità si rilevano dalla seguente tabella:

Numero dei contrafissi su mezza incavallatura	Valori di M_m	Convenienti fino a portate di
2	0,0111 Pb	15 ÷ 18 metri
3	0,0067 Pb	26 ÷ 28 »
4	0,0042 Pb	34 ÷ 36 »
5	0,0030 Pb	40 ÷ 45 »

Il puntone si calcola come nel 1° caso.

131. Tetti in legno. — *a) Incavallature.*

1) Per ampiezze fino a 7^m si usano incavallature semplici con catena e monaco di legno o anche di ferro (fig. 50, per $f = o$). Dimensioni approssimate per un carico di 720^k per m. corr. di puntone:

Ampiezza o portata	m.	**5**	**6**	**7**
Squadratura puntoni e catena.	cm.	22.18	25.20	28.22
Diametro catena se in ferro ..	cm.	2,4	2,8	3,2

2) Per ampiezze fino a $12^m \div 15^m$, si possono usare incavallature con saettoni d (fig. 52 e 58), catena b e monaco h (anche di ferro); oppure con controcatena di legno e tiranti inclinati di ferro (fig. 53); oppure con controcatena e monaci (fig. 59). Calcolaz. come nel caso 3) N. ***130***. Dimensioni approssimate per carico come sopra:

Fig. 58.

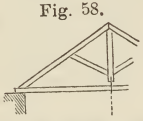
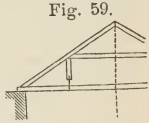


Fig. 59.



Ampiezza o portata.....	m.	**7 ÷ 8**	**9 ÷ 10**	**11 ÷ 12**	**13 ÷ 15**
Squadratura puntoni	cm.	20.16	22.18	25.20	28.22
Squadratura catena	»	22.18	25.20	27.22	30.25
Squadratura controcatena.....	»	18.15	20.16	23.18	26.20
Squadratura saettoni e monaco .	»	15.12	16.13	17.14	20.16
Diam. catena, o tiranti di ferro.	»	3,4	3,6	4	4,5
Diam. tiranti verticali.....	»	1,5	1,8	2	2

3) Per ampiezze superiori, fino a 25^m e più, servono i tipi delle fig. 60 (controcatena, e saettoni) e fig. 61 (controcatena di legno e catena di ferro o di legno).

Fig. 60.

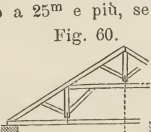


Fig. 61.

Fig. 60. Dimens. dei puntoni, per carico come sopra, come pei puntoni in legno della tabella XLV. Catena di cm. 30.25; 35.30; 40.35, per ampiezze di m. 15; 20; 25. Controcat., saettoni e monaci in proporz.

Fig. 61. Puntoni, per carico come sopra, di cm. 28.20; 34.24; 40.28; catena di ferro di cm. 5, 6, 7, per ampiezze di m. 15, 20, 25. Controcatena e saettoni in proporzione.

b) Orditura. — Correnti (arcarecci, terzere):

Distanza fra i correnti	Squadratura per un carico al mq. di tetto di					
	140 ÷ 150 kg. distanza incavallature			180 ÷ 200 kg. distanza incavallature		
	3m	3m,75	4m,50	3m	3m,75	4m,50
m.	cm.	cm.	cm.	cm.	cm.	cm.
1,25	15×12	18×12	18×15	17×14	19×15	20×16
2	17×14	20×14	22×15	20×16	22×18	24×20

Travicelli. Per un carico di 140 ÷ 150 kg. per mq. di tetto, e una distanza da centro a centro di 0m,45 ÷ 0m,50, la loro sezione varia da cm. 8.6 a cm. 10.8 secondo che la distanza dei correnti varia fra 1m,25 e 2m. Per un carico di 180 ÷ 200 kg., e la stessa distanza, la sezione varia da cm. 10.6 a cm. 12.10 per correnti distanti da 1m,25 a 2m.

Correntini. Sezione da cm. 4.2 a cm. 5.3, secondo che la loro distanza varia fra 0m,10 (tegole a canale) e 0m,35 (tegole piane gran modello).

Grossezza delle tavole, sostituite ai correntini per coperte di metallo, ardesie e qualche volta anche di tegole, 0m,020 ÷ 0m,025.

c) Costo. — Materiali e tetti finiti, vedi « Elenco di prezzi. »

Mano d'opera per 1mq di orditura di tetto con travicelli e correntini, giornate di un operaio e garzone 0,1; con travicelli e tavole 0,075; con soli travicelli 0,05. Chioderia 0k,15 ÷ 0k,25. — Per 1mq di coperta di tegole a canale, giornate di operaio e garzone 0,15; di tegole piane 0,06; di tegole piane con pianellato 0,22; di ardesie 0,15 ÷ 0,2; di lastre metalliche 0,3 ÷ 0,4. — Spese generali 25 ÷ 30 %.

Mano d'opera per l'apprestamento, l'innalzamento e la posa dei travi delle incavallature: giornate di carpentiere 5 ÷ 6, di manovale 1, per ogni mc. di legname, compresa la lavorazione nel cantiere. — Spese generali 30 %, più il nolo dell'apparecchio elevatore. — Ferro per fasciature, chiodi, bulloni, ecc. 10 ÷ 20 kg. per mc. di legname.

132. Tetti in ferro.

1) *Tetti ordinari.* — Tipi di incavallature, vedi fig. 50 a 57. Dimensioni incavallature e correnti, vedi tabelle XLIV a XLVII. — Peso delle incavallature metalliche, da 12 a 24 kg. per mq. di tetto, secondo che la distanza fra le incavallature varia da 3m a 4m, l'ampiezza da 8m a 20m e il carico da 140 a 200 kg. al mq. — Costo incavallature e tetti finiti, vedi « Elenco di prezzi. »

2) *Tetti di lamiera ondulata.* — Si fa uso della lamiera ondulata come materiale di coperta, senza incavallature. Il tetto si fa ad arco di circolo o di parabola, con saetta = 1/4 ÷ 1/5 della corda. Ferro d'angolo lungo cadauna linea d'imposta per appoggiare il coperto al muro. Catene (ossia tiranti orizzontali) a 4m, o al più 5m di intervallo, assicurate ai ferri d'angolo d'imposta, e sostenute da tiranti verticali distanti 4m ÷ 5m. — Per le dimensioni, vedi tabella XLVIII. — Peso del tetto al mq., tutto compreso, da 15 a 20 kg. per ampiezze da 8 a 25 m.

TABELLE SULLE INCAVALLATURE

Le seg. tabelle si riferiscono a un carico per m. corr. di puntone di 720, e di 480 kg. Il carico di 720 kg. corrisponde ai casi seguenti:

Carico totale per mq. di tetto	kg.	240	180	144	120
Distanza fra le incavallature:	m.	3	4	5	6

e in generale ogni volta che il prodotto del carico totale per mq. di tetto per la distanza fra le incavallature è = 720.

Il carico di 480 kg. corrisponde ai casi seguenti:

Carico totale per mq. di tetto:	kg.	160	137	120	107
Distanza fra le incavallature:	m.	3	3,50	4	4,50

e in generale ogni volta che il prodotto di cui sopra è = 480.

I ferri a I qui indicati son tolti dalla tabella XXXIII.

XLIV. — Incavallature Polonceau a un contrafisso

Monta del tetto = $^1/_4$, monta dei tiranti = $^1/_{20}$ dell'ampiezza

Carico per metro corrente di puntone 720 kg.

Ampiezza	Puntoni: in ferro a I (lettere come nella fig. 36, p. 114 e nella tab. XXXIII)				Puntoni: in legno *h* altezza *b* larghezza		Contrafisso in ghisa: area della sezione	Diam. dei tiranti (designazione dei tiranti secondo la fig. 55)		
	H	*B*	γ	δ	*h*	*b*		*x*	*y*	*w*
m.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mmq.	mm.	mm.	mm.
8	120	65	6,5	9	200	140	430	33	24	24
9	120	70	9	10	200	140	490	35	25	25
10	140	76	8	10	200	160	525	36	26	26
11	160	80	8	10	240	160	584	38	27	28
12	175	80	8	11	240	160	650	40	29	29
13	180	80	8	11	280	160	820	42	30	31
14	180	100	9	12	280	160	900	44	31	32
15	200	110	10	12	280	200	960	45	32	33
16	200	110	10	12	280	200	1020	46	33	34

Carico per metro corrente di puntone 480 kg.

8	120	46	6	8	200	100	290	27	20	20
9	120	63	8	5	200	120	330	29	21	21
10	120	68	9,5	9	200	120	350	30	22	22
11	140	72	8	6	200	160	390	32	23	23
12	140	76	8	10	200	160	433	33	24	24
13	140	78	10	10	240	160	550	34	25	25
14	160	80	8	11	240	160	600	36	26	26
15	180	80	8	11	240	200	640	37	26	27
16	180	83	11	11	240	200	680	38	27	28

XLV. — Incavallature Polonceau a tre contrafissi

Monta del tetto = $^1/_5$, monta dei tiranti = $^4/_{25}$ dell'ampiezza

Carico per metro corrente di puntone 720 kg.

Ampiezza	Puntoni in ferro a ⊥ (lettere come nella fig. 36 pag. 114 e nella tab. XXXIII)				Puntoni in legno: h altezza b larghezza		Contrafissi in ghisa (designazione come nella fig. 56) Area della sezione		Diametro dei tiranti (designazione dei tiranti secondo la fig. 56)					
	H	B	γ	δ	h	b	d_1	d_2	x_1	x_2	w	y_1	y_2	z
m.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mmq.	mmq.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.
15	160	80	8	10	240	160	400	1000	53	49	35	41	35	21
16	175	80	8	11	240	160	430	1020	55	51	37	42	37	21
17	180	80	8	11	280	160	450	1080	57	53	39	43	38	22
18	180	100	9	12	280	160	480	1160	59	55	40	44	39	22
19	180	100	9	12	280	160	500	1200	60	56	41	45	40	23
20	200	110	10	12	280	200	530	1260	62	57	42	47	41	24
22	200	110	10	12	280	200	580	1400	65	60	43	49	42	25
24	200	110	10	12	320	200	630	1540	68	63	45	51	44	26

Carico per metro corrente di puntone 480 kg.

15	120	70	9	10	200	160	270	670	44	41	30	34	30	18
16	140	76	8	10	200	160	290	690	45	42	31	34	31	18
17	140	78	10	10	240	160	300	720	46	44	32	35	31	18
18	160	80	8	11	240	160	320	775	48	45	34	36	32	19
19	170	80	8	11	240	160	340	800	49	45	34	37	33	19
20	170	80	8	11	240	200	360	840	51	46	35	39	34	20
22	180	80	8	11	240	200	390	930	53	49	36	41	35	21
24	180	83	11	11	280	200	430	1030	56	52	37	42	36	22

XLVI. — Correnti in ferro a ⊥

Tipi dei ferri come nella tabella XXXII, pag. 122. La presente tabella dà solo l'altezza del trave; le altre dimensioni si hanno dalla tabella XXXII.

Distanza fra i correnti	Carico per metro quadrato di tetto											
	120 kg. Distanza incavall.				140 kg. Dist. incavall.			160 kg. Dist. incavall.			180 kg. Dist. incavall.	
	3^m	4^m	5^m	6^m	3^m	4^m	5^m	3^m	4^m	5^m	3^m	4^m
m.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.
1,50	100	120	140	160	100	140	140	100	140	160	120	140
2	100	140	160	180	120	140	180	120	140	180	120	160

XLVII. — Incavallature a sistema inglese

Monta del tetto = $^1/_5$, monta dei tiranti = $^1/_{10}$ dell'ampiezza

Carico per metro corrente di puntone 720 kg.

Ampiezza	N. dei contrafissi	Puntoni in ferro a ⊥ (lettere come nella fig. 36, pag. 114 e nella tab. XXXIII)				Contrafissi in ferro a T (lettere come nella fig. 38 e nella tab. XLI)			Tiranti (designazione secondo la fig. 57)					
									Tiranti verticali area della sezione			Tiranti inclinati diametro		
		H	B	γ	δ	H	B	δ	h	h_1	h_2	x_0 x_1	x_2	x_3
m.		mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mmq.	mmq.	mmq.	mm.	mm.	mm.
8	1	120	65	6,5	9	60	50	7	219	—	—	32	—	—
9	»	120	70	9	10	60	55	8	238	—	—	34	—	—
10	2	120	65	6,5	9	60	50	6	363	75	—	37	33	—
11	»	120	65	6,5	9	60	55	6	400	82	—	39	35	—
12	»	140	76	8	10	60	55	8	425	88	—	40	36	—
13	»	140	76	8	10	70	60	8	450	94	—	41	37	—
14	»	160	80	8	10	75	60	9	480	100	—	43	38	—
15	»	160	80	8	10	75	65	9	510	110	—	44	39	—
16	3	140	76	8	10	75	65	8	625	85	165	49	44	40
18	»	160	80	8	10	85	70	9	700	95	195	50	46	43
20	»	180	80	8	11	85	75	10	790	105	215	53	49	45

Carico per metro corrente di puntone 480 kg.

8	1	120	46	6	8	50	50	6	150	—	—	28	—	—
9	»	120	63	8	5	60	60	7	160	—	—	27	—	—
10	2	120	46	6	8	50	50	6	240	50	—	31	27	—
11	»	120	63	8	5	50	50	6	270	53	—	32	29	—
12	»	120	65	6,5	9	60	60	7	290	60	—	33	30	—
13	»	120	68	9,5	9	60	60	7	300	63	—	34	31	—
14	»	140	70	6	6	70	70	8	320	67	—	35	32	—
15	»	140	72	8	6	70	70	8	340	73	—	36	33	—
16	3	120	68	9,5	9	70	70	8	420	57	110	41	36	33
18	»	140	72	8	6	70	70	8	470	63	130	42	38	35
20	»	140	76	8	10	80	80	9	530	70	145	44	41	37

XLVIII. — Tetti di lamiera ondulata

Ampiezza	Lamiera ondulata (pag. 129)			Diam. catena	Tiranti verticali	
	Larg. onda	Alt. onda	Spessore		Numero	Diametro
m.	mm.	mm.	mm.	mm.		mm.
8 ÷ 12	90	50	1	35	1 ÷ 2	16
12 ÷ 15	90	60	1	40	2 ÷ 3	»
15 ÷ 20	100	80	1	45	3 ÷ 4	»
20 ÷ 25	100	80	1,5	50	4 ÷ 5	»

5. MURATURE E VÔLTE

133. Composizione delle murature.

1) Dimensioni dei mattoni più usuali (Milano): da $0^m,23 \times 0^m,11 \times 0^m,04$ a $0^m,28 \times 0^m,14 \times 0^m,065$; in media $0^m,25 \times 0^m,125 \times 0^m,06$.

Mattoni e malta per 1^{mc} di muro di mattoni. — Siano a, b, c le tre dimensioni dei mattoni; a_1 b_1 c_1 le medesime, aumentate dello spessore della malta ($0^m,01$). Il numero di mattoni per 1^{mc} di muro è di:

$$\frac{1}{a_1 b_1 c_1} + 10\ \% \text{ di scarto};$$ e il volume della malta: $1 - \frac{a b c}{a_1 b_1 c_1}$

Con mattoni delle dimensioni medie, 1^{mc} di muro richiede: mattoni $406 + {}^1/_{10}$ scarto, malta $0^{mc},24$.

Pietrame e malta per 1^{mc} di muro di pietrame. — Pietrame $1^{mc},25$ a $1^{mc},10$ compreso lo scarto, malta $0^{mc},25 \div 0^{mc},32$, secondo la maggiore o minor precisione del lavoro.

Spessore di un muro di mattoni di n teste (di larghezza b), senza intonaco, circa $= nb + 0^m,01$ $(n - 2)$. Spessore dell'intonaco circa $0^m,02$.

2) Composizione delle malte:

1^{mc} calce spenta richiede $450 \div 550$ kg. calce viva e grassa e $1^{mc},70$ a $1^{mc},60$ d'acqua; $550 \div 675$ kg. calce viva magra con $1^{mc},30$ d'acqua; $850 \div 1110$ kg. calce viva idraulica, con $1^{mc},20 \div 1^{mc}$ d'acqua.

1^{mc} malta per fondazioni richiede: calce magra mc. $0,30 \div 0,32$; sabbia mc. $1 \div 0,95$.

1^{mc} malta per muri fuori terra: calce grassa mc. $0,35 \div 0,40$; sabbia mc. $0,95 \div 0,90$.

1^{mc} malta da intonachi: calce grassa mc. 0,50; sabbia mc. 0,80.

1^{mc} malta idraulica: calce idraul. mc. $0,35 \div 0,45$; sabbia $1 \div 0,90$.

1^{mc} malta di cemento per murature: cemento kg. $400 \div 500$; sabbia mc. 0,85.

1^{mc} malta di cemento per intonachi: cemento kg. 600; sabbia mc. 0,65.

1^{mc} calcestruzzo comune: ghiaia mc. 1; calce idraulica kg. 150; sabbia mc. 0,50.

1^{mc} calcestruzzo di cemento: ghiaia mc. 0,75; cemento kg. 250; sabbia mc. 0,50.

3) Mano d'opera per 1^{mc} di muratura di mattoni, giornate di muratore e garzone $0,5 \div 0,6$; di muratura di ciottoli con liste di mattoni 0,7; di muratura di pietrame, giornate di muratore 0,3 per l'abbozzatura delle pietre, di muratore e garzone $0,6 \div 0,7$ per la costruzione del muro. Per 1^{mq} di muro di tramezzo, di quarto o di una testa, giornate di muratore e garzone $0,1 \div 0,11$; per 1^{mq} di intonaco ordinario, compreso il rinzaffo, 0,16. — Spese generali 25 %. — Materiali e muri finiti, vedi « Elenco di prezzi. »

Mano d'opera per la manipolazione di 1^{mc} di malta, giornate di manovale, $0,5 \div 0,7$; di calcestruzzo 0,75; di calce spenta $0,4 \div 0,5$; per la crivellatura di 1^{mc} di malta 0,24. — Spese generali 20 %.

134. Spessore dei muri.

1) Muri e pilastri isolati di altezza h: grossezza $s = \frac{h}{8} \div \frac{h}{10}$.

2) Edifizi d'abitazione.

a) Edifizi a impalcature. — Minimo spessore dei muri maestri, all'ultimo piano = 3 teste (almeno $0^m,35$): pei piani inferiori, aumento di 1 testa per piano nei muri d'ambito, di 1 testa per 2 piani nei muri interni. — Muri di tramezzo che portan travi, e muri d'ambito delle scale, almeno 3 teste su tutta l'altezza. — Tramezzi secondari, spessore costante di 2 teste, o 1, o $^1/_2$, secondo i casi.

b) Edifizi a vôlte. — Muri maestri, 1 testa di più che in *a*).

c) Edifizi con muri di pietrame (a spigoli vivi). — Edifizi a impalcature: minimo spessore dei muri maestri all'ultimo piano $0^m,45$; per ogni piano inferiore, risega di $0^m,10 \div 0^m,12$ pei muri d'ambito, di $0^m,05$ pei muri interni. — Edifizi a vôlte: $0^m,10$ di più degli spess. precedenti.

3) Edifizi industriali (vedi N.i ***188-190***).

a) Edifizi a più piani. — Per larghezze di fabbricato non $> 12^m$ a 15^m con $1 \div 2$ file di colonne, spessore all'ultimo piano almeno 3 teste, con risega di 1 testa per piano. — Per larghezze maggiori, 1 testa di più. — Se i piani sono molto alti, si farà la risega almeno ogni $6 \div 7$ m. di altezza.

b) Capannoni (Rez-de-chaussée, Sheds). — Spessore dei muri di ambito $3 \div 4$ teste secondo l'altezza.

c) Muri sostenenti trasmissioni. — Trasmissioni leggere, almeno $3 \div 4$ teste; pesanti, almeno $4 \div 6$ teste; pesantissime, almeno 8 teste. Per queste ultime giova anche rinforzare il muro con pilastri o speroni, molto più se il muro non ha una grande altezza sopra alla trasmissione; in ogni caso lo spessore del muro si mantiene costante fin sotto al tetto.

4) Rapporto fra lo spessore dei muri di diversi materiali. — A parità di carico, detto 1 lo spessore di un muro di mattoni, lo spessore equivalente per muri di pietra da taglio è 0,75; di pietrame regolare a spigoli vivi 1,25; di ciottoli 1,85.

135. Fondazioni. — Un buon terreno di fabbrica si può caricare di 25000 a 30000 kg. per mq. In base a ciò si calcola l'estensione della fondazione.

Muri di fondazione. — Spessore a livello del suolo, almeno 1 testa di più dello spessore al pian terreno. Per profondità $> 1^m,5$ si fa una risega di 1 testa ogni $1^m,5$; per muri in pietrame, risega di $0^m,15$.

Palafitte per terreni poco resistenti. — Palafitte per sostegno diretto di costruzioni: lunghezza dei pali $l = 2^m \div 8^m$; loro diametro $= 0^m,24 + 0^m,015\ (l - 4)$. Un palo ogni $0,8 \div 1,20$ mq. di superficie di terreno secondo il carico. — Palafitte di semplice costipamento del terreno: lunghezza dei pali $l = 2^m \div 3^m$; diametro $= 0^m,15 \div 0^m,18$; distanza fra i pali $0^m,75 \div 1^m,50$.

Graticcio: sez. dei correnti e traversoni $0^m,15 \times 0^m,20 \div 0^m,24 \times 0^m,30$; spessore delle tavole $0^m,08 \div 0^m,10$.

Peso del maglio $Q = 1,1 \div 1,7$ volte il peso del palo, secondo la consistenza del terreno, per battipali ordinari.

Carico P che può portare un palo battuto a rifiuto, essendo s (in m.) l'affondamento del palo all'ultimo colpo di un maglio di Q kg. cadente da un'altezza di H metri ($H = 1^m \div 1^m,40$ per battipali ordinari):

$$P = \frac{QH}{3\,s} \text{ kg.}$$

In pratica si fa portare al palo al più $^1/_{10}$ P. D'ordinario un palo battuto a rifiuto può portare con sicurezza sino a $40 \div 50$ kg. per cmq. di sezione.

Paratìe, roste, ture per ritenuta d'acqua, prosciugamenti, ecc. — Pali di $0^m,12 \div 0^m,20$ di diametro, distanti circa 3^m, disposti su due ranghi e concatenati con filagne di $0^m,15 \times 0^m,20$; spessore delle tavole $0^m,08$ a $0^m,10$. L'intervallo si riempie di argilla battuta.

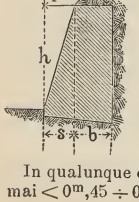
Mano d'opera per lo scavo di 1^{mc} di terra per fondazioni, incluso il trasporto fino a 60^m, giornate di manovale $0,5 \div 0,8$ secondo la natura del terreno; per la costruzione di 1^{mc} di muro o platea di calcestruzzo, giornate 0,65. — Spese generali $15 \div 20$ %.

Mano d'opera per l'affondamento di un palo di lunghezza l e diametro d (in metri): giornate di manovale $\alpha\,\beta\,\gamma\,d\,[(1,7)^l - 1]$; in cui $\alpha = 4 \div 5$ nei terreni argillosi umidi (col mazzapicchio), $\alpha = 7 \div 9,4$ nei terreni argilloso-silicei e argilloso-calcari (colla berta semplice), $\alpha = 10,2 \div 11,7$ nelle ghiaie (colla berta-capra); $\beta = 0,1$ per affondamento all'asciutto, $\beta = 0,15$ per affondamento sott'acqua; $\gamma = 1$ pel mazzapicchio e la berta semplice, $\gamma = 0,5 \div 0,7$ per la berta-capra. Inoltre per la recisione della testa del palo, giornate di falegname $0,1\ (2\,d^2 + 0,1)$, giornate di garzone $0,1\ (2\,d^2 + 0,1)$ se la recisione si fa all'asciutto, e $0,6\ (2\,d^2 + 0,1)$ se si fa sott'acqua. Mano d'opera per la formazione del graticcio: giornate di manovale 0,12 per mq. di graticcio; inoltre giornate di falegname e garzone 0,8 per ogni mc. di legname impiegato e 0,15 per ogni calettatura a dente. — Spese generali $40 \div 50$ %, più il nolo del battipalo.

136. Muri di sostegno dei terrapieni (fig. 62).

1) *Muri di pietrame con malta.*

Fig. 62.



Lo spessore b del muro alla sommità si deduce, secondo che la parete esterna è verticale, oppure a scarpa di $^1/_{10}$ ($s = 0,1\,h$) o di $^1/_5$ ($s = 0,2\,h$), e secondo l'altezza h_1 del terrapieno sovrastante, dalla seguente tabella che comprende tre casi diversi:

1° Caso. Terreno ghiaioso, in equilibrio sotto un angolo massimo sull'orizzonte $\varphi = 45°$;

2° Caso. Terra di consistenza ordinaria, in equilibrio sotto un angolo $\varphi = 33°$ (caso medio);

3° Caso. Sabbia sciolta, o argilla inzuppata: $\varphi = 27°$.

In qualunque caso, lo spessore b del muro alla sommità non si farà mai $< 0^m,45 \div 0^m,50$.

$\frac{h_1}{h}$	Valori di $\frac{b}{h}$								
	1° Caso			2° Caso			3° Caso		
	$s=0$	$s=0{,}1\,h$	$s=0{,}2\,h$	$s=0$	$s=0{,}1\,h$	$s=0{,}2\,h$	$s=0$	$s=0{,}1\,h$	$s=0{,}2\,h$
0	0,18	0,09	0,01	0,27	0,17	0,09	0,38	0,28	0,19
0,1	0,20	0,11	0,03	0,30	0,22	0,13	0,45	0,35	0,26
0,2	0,23	0,13	0,01	0,35	0,25	0,16	0,49	0,39	0,30
0,3	0,25	0,16	0,05	0,40	0,28	0,18	0,55	0,46	0,35
0,5	0,30	0,18	0,08	0,45	0,33	0,22	0,64	0,52	0,40
0,75	0,34	0,21	0,10	0,50	0,37	0,25	0,70	0,58	0,45
1	0,37	0,23	0,11	0,54	0,40	0,28	0,76	0,62	0,48
1,5	0,40	0,26	0,13	0,59	0,45	0,31	0,82	0,67	0,52
2	0,43	0,28	0,14	0,61	0,47	0,32	0,85	0,69	0,54
3	0,46	0,30	0,16	0,64	0,49	0,34	0,88	0,72	0,57
5	0,49	0,32	0,17	0,67	0,51	0,36	0,90	0,74	0,58
∞	0,54	0,36	0,20	0,71	0,54	0,38	0,94	0,77	0,60

2) *Muri a secco.* — Spessore circa 50 % di più dei valori della tabella precedente, per scarpa di $^1/_5$ ($s=0{,}2\,h$); 25 % di più, se si fa una scarpa di $^1/_4$. Minimo spessore alla sommità $=0^m{,}60$. Non convenienti per $h>9^m$. Per h maggiori, conviene rinforzarli con corsi intermedi di muratura con malta, oppure si rivestono all'esterno con muratura di $0^m{,}25$ a $0^m{,}30$ di spessore.

3) *Muri di sostegno con contrafforti.* — Contrafforti esterni: largh. contrafforti 1^m, distanza d'asse in asse 4^m; spessore del muro costante ed $=0{,}5$ dei valori della tabella preced. per $s=0$; sporgenza contrafforti = spessore del muro. — Contrafforti interni: largh. $1^m{,}50$, distanza $5^m{,}50$, con vôlte di scarico grosse $0^m{,}60$ e distanti verticalmente $2^m{,}20$ l'una dall'altra; muro a scarpa esterna di $^1/_{10}$, spessore a metà altezza $=0{,}4$ dei valori della tab. per $s=0{,}1\,h$; sporgenza contrafforti $=1{,}5$ dello spessore medio del muro.

4) *Muri di rivestimento* per gallerie, roccie soggette a decomporsi e franare, ecc. — Spess. costante per h non $>2^m{,}0^m{,}40$; per $h=2^m \div 6^m$, $0^m{,}60$; per $h>6^m$, spess. alla sommità $0^m{,}70$, alla base $(0{,}70+0{,}1\,h)^m$.

137. Vôlte ordinarie.

1) Archi e voltine nei muri maestri e intermedi:

Ampiezza o luce	fino a	2^m	$2^m \div 3^m$	$3^m \div 6^m$	$6^m \div 8^m$
Num. di teste { a tutto sesto ...	»	2	3	4	5
in chiave { ad arco scemo .	»	2	$3 \div 4$	$4 \div 5$	$5 \div 6$

Grossezza delle spalle o piedritti. — Se l'altezza delle spalle non supera 3^m, la loro grossezza è di $^1/_4 \div {}^2/_9$ della luce per archi a tutto sesto, e di $^1/_3 \div {}^1/_4$ per archi più o meno scemi (saetta da $^1/_8$ a $^1/_3$ della corda). — Se l'altezza è $>3^m$, le grossezze indicate vanno aumentate di $^1/_6 \div {}^1/_8$ dell'altezza.

2) Vôlte a botte per sostegno di pavim. con sopracarichi ordinari:

Ampiezza	fino a	$4^m \div 5^m$	$5^m \div 8^m$
Numero di teste in chiave....	»	1	2
Numero di teste all'imposta .	»	$2 \div 3$	$3 \div 4$

Se la vôlta porta il pavimento di un passaggio destinato ai veicoli, questi spessori si aumentano di una testa.

Grossezza delle spalle, fino a 3^m di altezza, $^1/_6 \div {}^2/_{11}$ della luce per archi a tutto sesto; $^2/_7 \div {}^2/_9$ per archi scemi con saetta da $^1/_8$ a $^1/_3$ della corda. Per altezze $> 3^m$, la grossezza si aumenta di $^1/_8 \div {}^1/_6$ dell'altezza.

3) Vôlte a crociera, a schifo, a tazza con sopracarichi ordinari:

Ampiezza	fino a	$3^m,5 \div 4^m$	$4^m \div 6^m$	$6^m \div 8^m$
Numero di teste in chiave	»	1	2	2
Numero di teste all'imposta....	»	$1 \div 2$	$2 \div 3$	$3 \div 4$

Aumento di una testa per sopracarichi maggiori come sopra.

Grossezza delle spalle o piedritti. — Per altezze $< 3^m$, lo spessore delle spalle è di $^1/_4 \div {}^1/_6$ della diagonale nelle vôlte a crociera, $^1/_4 \div {}^1/_5$ dell'ampiezza in quelle a schifo, $^1/_7 \div {}^1/_8$ del diam. in quelle a tazza. — l'er altezze $> 3^m$, si aumenta questo spessore di $^1/_8 \div {}^1/_{10}$ dell'altezza.

4) Vôlte di semplice copertura senza sopracarico si possono fare con mattoni, pieni o vuoti, messi a piatto, per piccole ampiezze; per grandi ampiezze (vôlte delle chiese ecc.) lo spess. in chiave $= {}^1/_{40} \div {}^1/_{60}$, la grossezza dei piedritti $= {}^1/_7 \div {}^1/_9$ dell'ampiezza.

5) Piattabande. — Si considerano come vôlte ad arco scemo con un angolo al centro di 60° (angolo compreso dai giunti d'imposta) cioè con una saetta $= {}^2/_{15}$ della corda. Quando sono molto caricate, conviene alleggerirle con un arco di scarico (sordino).

6) Vôlte soggette a grandi sopracarichi. Vedi N. ***143***.

7) Mano d'opera per 1^{mq} di vôlta di mattoni di s^m di spessore: vôlte a botte e a schifo, giornate di muratore e garzone $s + 0,1$; vôlte a crociera e a tazza $1,2\ s + 0,1$. Spese generali 25 %, più il costo o il nolo della centinatura. — Vôlte finite, vedi « Elenco di prezzi. »

Volume v del legname per la centinatura di 1^{mq} di vôlta: centinature leggere di tavole per vôlte di quarto $v = 0^{mc},07$, per vôlte a botte $0^{mc},10$, a schifo $0^{mc},12$, a crociera $0^{mc},20$; mano d'opera per la formazione e la posa di 1^{mq} di centina, giornate di muratore e garzone $0,15 + v$; spese generali 25 %; chioderia $0^k,08$. — Per centinature robuste di grandi vôlte a botte, composte di centini, tavole e ritti, $v = 0^{mc},5$; mano d'opera, giornate di falegname e manovale 2, ferramenta $5^k,5$, per mq. di vôlta; spese generali 30 %.

138. Ponti di servizio per la costruzione dei muri.

Stili di $0^m,12 \div 0^m,16$ di diametro e circa 10^m di lungh., eretti a circa $1^m,50$ di distanza dal muro, con $2^m,50 \div 3^m$ di intervallo; correnti longitudinali per concatenare gli stili a distanza di $1^m,50 \div 1^m,80$; traverse, appoggiate da una parte nel muro e dall'altra sui correnti, lunghe circa 2^m e distanti $1^m \div 2^m$; tavole di $25 \div 40$ mm. di grossezza, lunghe circa $2^m,40$ e sovrapposte per $0^m,40$.

6. PONTI

139. Carichi accidentali e permanenti pei ponti ferroviari.

— Larghezza netta dei ponti ferroviari: $3^m,50 \div 4^m$ per un sol binario; $8^m \div 8^m,50$ per due binari.

1) *Carico accidentale* massimo per m. corr. e per binario. — Esso varia col peso delle locomotive e dei carri costituenti il convoglio di prova e colla distribuzione delle loro sale. — Si devono considerare due valori del carico accidentale per m. corr. e per binario: l'uno (p) per la calcolazione dei momenti; l'altro (p_1) per la calcolazione delle forze verticali.

La seguente tabella dà i valori di p, p_1 in tonnellate per m. corr. e per binario, per uno dei casi più sfavorevoli (convoglio di prova composto di 3 locomotive lunghe 7^m, a 3 sale distanti $1^m,30$ e gravate rispettivamente di 12, 13, 12 tonnellate; 3 tender lunghi 6^m, a 3 sale distanti $1^m,50$ e gravate di 9 tonn. cadauna; e tanti carri, a sale distanti 3^m e gravate di 8 tonn., quanti bastano ad occupare la rimanente lunghezza del ponte).

Luce della travata L	Valori di		Luce della travata L	Valori di	
	p	p_1		p	p_1
m.	tonnell.	tonnell.	m.	tonnell.	tonnell.
2	15,00	17,20	**20**	5,00	5,90
3	12,80	14,00	**30**	4,70	5,40
4	11,70	12,50	**40**	4,55	5,20
5	9,80	11,00	**50**	4,50	5,00
7	8,00	8,80	**60**	4,30	4,80
10	6,20	7,40	**80**	4,00	4,40
15	5,20	6,30	**100**	3,70	4,20

Per calcolare p per una composizione qualunque del convoglio di prova, si troverà il momento massimo M_m corrispondente ai carichi di tutte le sale del convoglio occupante l'intera travata (N. **107**) nell'ipotesi più sfavorevole (carichi maggiori sul mezzo della travata, o egualmente ripartiti da una parte e dall'altra del mezzo). Si ha allora il carico uniformemente distribuito equivalente alla totalità dei carichi effettivi:

$$p = \frac{8\,M_m}{L^2}$$

Il valore di p_1 si trova supponendo che il convoglio, venendo da un estremo, si trovi colle sue sale più caricate in immediata prossimità all'estremo opposto, anzi colla sala anteriore contigua all'appoggio; determinata allora la reazione corrispond. R dell'appoggio (N. **107**), si ha il carico p_1 uniformem. distribuito, capace di produrre la medesima forza verticale nella sez. contigua all'appoggio (N.i **108**, **109**):

$$p_1 = \frac{2\,R}{L}$$

2) *Peso proprio.* — *a*) Peso dell'orditura del piano stradale (armamento, correnti e travature trasversali, parapetti, ecc.) esclusi i travi

maestri longitudinali nei ponti a travate e gli archi nei ponti in muro e in pietra:

Ponti in ferro di costruz. leggera: $350 \div 600$ kg. per m. corr. e per binario;
Ponti in ferro di costruz. pesante: $700 \div 800$ kg. per m. corr. e per binario;
Ponti in legno: $500 \div 700$ kg. per m. corr. e per binario;
Ponti in muro e in pietra: $5000 \div 5500$ kg. per m. corr. e per binario.

b) Peso approssimativo P delle travature maestre longitudinali per m. corr. e per binario:

$$P = aL$$

Pei ponti in ferro, secondo il genere di costruz. $a = 25 \div 35$
Pei ponti in legno provvisori..... $a = 50 \div 60$
Pei ponti in legno definitivi..... $a = 70 \div 80$

c) Peso complessivo o carico permanente q per m. corr. e per binario = alla somma dei pesi in *a*) *b*).

Il peso del ferro, nei ponti metallici, si ottiene approssimatamente deducendo $120 \div 150$ kg. di legname per m. corr. e per binario.

140. Carichi accidentali e permanenti pei ponti stradali. — Larghezza netta $2^m,50 \div 3^m$ per ponti da pedoni; per ponti da carri $4^m \div 6^m$ per la sola carreggiata; $7^m \div 8^m$ per carreggiata e marciapiedi.

1) *Carico accidentale* massimo:

Per una folla compatta si calcola $350 \div 400$ kg. al mq. in campagna e 450 kg. in città.

Nell'ipotesi più sfavorevole si può ritenere il seguente valore di p (carico accidentale massimo per m. corr.), per un ponte di 5^m di carreggiata e 2 marciapiedi di 1^m cadauno:

Luce della travata L ....:	m.	**5**	**10**	**15**	**20** e più
Valore di p .....:	kg.	3900	3600	3200	2800

Per le forze verticali si riterrà:

$$p_1 = 1500 + \frac{13000}{L}$$

finchè p_1 non risulta < 2800 kg., da considerarsi come un minimo.

2) *Peso proprio.* — *a*) Orditura del piano stradale per ponti di 5^m di carreggiata, con marciapiedi di 1^m:

Ponti in pietra: approssimatamente 7000 kg. per m. corr.
Ponti in ferro o legno, carreggiata in ghiaia: 3500 kg. per m. corr.
Ponti in ferro o legno, carreggiata in legno: 1600 kg. per m. corr.

La sola carreggiata in ghiaia di $0^m,20$ di spessore pesa circa 2200 kg. per m. corr. La carreggiata in tavole $250 \div 350$ kg.

b) Peso appross. P delle travature maestre longitudinali per m. corr.:

$$P = a\,L$$

Per ponti in ferro con carreggiata in ghiaia... $a = 35 \div 40$
Per ponti in ferro con carreggiata in legname. $a = 24 \div 30$
Per ponti in legno ..... $a = 60 \div 80$

c) Peso complessivo q per m. corr. = alla somma dei pesi in *a*) e *b*).

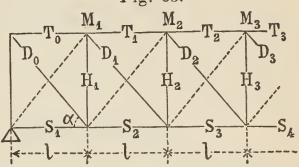
Il peso del ferro, nei ponti metallici, si ottiene deducendo il peso della carreggiata.

141. Ponti in ferro.

Ponti a travi pieni, vedi N.i **118**, **119**.

Ponti a traliccio: caso della fig. 63, con travi divisi in $2n$ campi di lunghezza l; $2q$ carico permanente, $2p$ carico accidentale o variabile, per ogni vertice, o nodo.

Fig. 63.



Siano M_1 M_2.... M_r i momenti pel 1°, 2°.... r^0 vertice a partire dall'appoggio;

V_1 V_2.... V_r le forze verticali dietro il 1° e successivi vertici;

T_0 T_1...., S_1 S_2.... le tensioni nelle tavole superiore e inferiore;

d la lunghezza delle diagonali; D_0 D_1.... D_r gli sforzi sulle medesime; h l'altezza del trave; H_1 H_2.... gli sforzi sui tiranti verticali. D'ordinario $h =$ circa $^1/_{10}\,2\,nl$.

Si ha per l'r^0 vertice:

$$M_{r_{max}} = (p + q)\,lr\,(2n - r)$$

$$V_{r_{max}} = (2n - 2r - 1)\,q + \frac{(2n - r - 1)\,(2n - r)}{2n}\,p$$

$$V_{r_{min}} = (2n - 2r - 1)\,q - \frac{r\,(r + 1)}{2n}\,p;$$

$$S_{r_{max}} = \frac{M_{r_{max}}}{h}, \quad T_{r_{max}} = \frac{M_{r+1_{max}}}{h}$$

per diagonali come quelle segnate nella fig. 63 in linee piene;

$$S_{r_{max}} = \frac{M_{r+1_{max}}}{h}, \quad T_{r_{max}} = \frac{M_{r_{max}}}{h}$$

per diagonali come quelle segnate con linee punteggiate;

$$D_{r_{max}} = \frac{V_{r_{max}}}{\operatorname{sen}\alpha}, \quad D_{r_{min}} = \frac{V_{r_{min}}}{\operatorname{sen}\alpha}.$$

Quando $D_{r_{min}}$ risulta negativo, bisogna applicare una seconda diagonale in direzione opposta. Ciò è necessario a partire da quel vertice, pel quale comincia a sussistere la relazione:

$$(2n - 2r - 1)\,q \leq \frac{r\,(r + 1)}{2n}\,p.$$

$$H_{r_{max}} = V_{r-1_{max}} - (p + q); \quad H_{r_{min}} = V_{r+1_{min}} - (p + q).$$

142. Pile. — *Pile in muratura intermedie,* per ponti e viadotti metallici: minima grossezza alla sommità da calcolarsi colla:

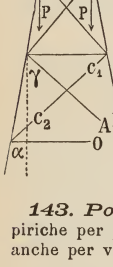
$$S = 1{,}25 + 0{,}025\ L + 0{,}001\ v\ h\ L \text{ metri};$$

L ampiezza della travata; v velocità e h altezza dell'acqua (pei viadotti il 3° termine è nullo).

Pile di ponti e viadotti in muratura, vedi N. ***143.***

Pile metalliche (formole dell'ing. Allievi):

Fig. 61.



Le sezioni F, A, O da darsi alle colonne, sbarre inclinate e sbarre orizzontali si calcolano colle:

$$F = \frac{1-\lambda}{K_1}\frac{P}{\cos\alpha};\quad A = \frac{\lambda}{K_2}\frac{P}{\cos\gamma};\quad O = \frac{\lambda}{K_3}P\,tg\,\gamma$$

scegliendo i rispettivi sforzi unitari K_1 K_2 (pressione) e K_3 (tensione) in relazione ai moduli d'elasticità E_1 E_2 E_3 in modo che sia soddisfatta l'equazione:

$$\frac{K_1}{E_1}(1 + tg^2\,\alpha) = \frac{K_2}{E_2}(1 + tg^2\,\gamma) + \frac{K_3}{E_3}(tg^2\,\alpha + tg^2\,\gamma).$$

λ (coeff. di ripartizione degli sforzi) è arbitrario e si prenderà fra 0,05 e 0,10.

143. Ponti e sottopassaggi in muratura. — Formole empiriche per ponti, viadotti, tombini, ecc. fino a 12^m di luce (valevoli anche per vôlte sopracaricate, N. ***137***):

1) *Spessore della vôlta.* — Sieno l la luce, f la saetta, s lo spessore della vôlta in chiave, in m. Per un'altezza di terrapieno al disopra della chiave non $> 1^m{,}50$ (o per un sopracarico non $> 2200^k$ per mq. di proiezione orizzontale della vôlta) si ha per vôlte in pietra di media resistenza (resistenza alla rottura almeno 3 kg. per mmq.):

$$s = 0{,}25 + l\left(0{,}025 + 0{,}00333\,\frac{l}{f}\right) \text{ metri.}$$

Per un'altezza h di terrapieno sopra la chiave $> 1^m{,}50$ (o per sopracarichi $> 2200^k$ per mq., in ragione di 1^m di altezza ogni 1500^k di sopracarico per mq.) lo spessore precedente va moltiplicato per:

$$\sqrt{1 + 0{,}20\,h}.$$

Alle vôlte in mattoni o in pietra poco resistente (resistenza alla rottura almeno 1 kg. per mmq.) si darà uno spessore $= 1{,}5\ s$.

Queste formole suppongono una vôlta di spessore costante; conviene però aumentare lo spessore dalla chiave all'imposta, fino a $1{,}2\ s \div 1{,}3\ s$.

2) *Grossezza delle spalle o piedritti.* — Sia S la grossezza e H l'altezza dei piedritti dal piano della fondazione all'imposta.

Per h non $> 1^m{,}50$ si ha:

$$S = \left(0{,}55 + 0{,}20\,\frac{l}{2f + s} + 0{,}04\ H\right)\sqrt{l} \text{ metri.}$$

Per $h > 1^m{,}50$ si aumenta S di: $0{,}0185\ (H + f + s)\ \sqrt{h}$.

Pei piedritti intermedi (pile) si prenderà il > dei valori seguent :

$$S_1 = 0{,}2\,H + 0{,}6 \text{ metri}; \quad S_1 = 0{,}20\,l.$$

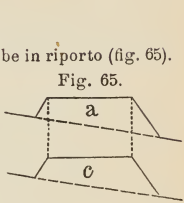
7. COSTRUZIONI STRADALI

A. Lavori in terra

144. Cubatura degli sterri e riporti.

1° Caso. — Entrambe le sez. in sterro o entrambe in riporto (fig. 65). Sieno *a, c* le aree delle due sezioni, e *d* la loro distanza orizzontale (sviluppata se in curva).

Fig. 65.



$$\text{Volume del solido compreso} = \frac{a + c}{2}\, d.$$

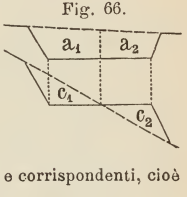
2° Caso. — Una sezione (*a*) in sterro, l'altra (*c*) in riporto. Si ha:

$$\text{Sterro} = \frac{a^2}{a + c}\,\frac{d}{2}; \quad \text{riporto} = \frac{c^2}{a + c}\,\frac{d}{2}$$

3° Caso. — Una sezione in sterro o in riporto e l'altra di passaggio (fig. 66).

Divise le sezioni nelle aree $a_1\ a_2$, $c_1\ c_2$ con un piano verticale, parallelo all'asse stradale e condotto pel punto di passaggio, si trovano i volumi dei solidi compresi fra $a_1\ c_1$ e $a_2\ c_2$ colle regole dei primi due casi; due sez. essendo ambedue in sterro od in riporto ($a_1\ c_1$ ambedue in sterro nella fig. 66) e le altre due l'una in sterro, l'altra in riporto ($a_2\ c_2$).

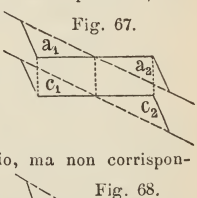
Fig. 66.



4° Caso. — Ambedue le sezioni di passaggio e corrispondenti, cioè tali che la retta congiungente i due punti di passaggio risulti parallela all'asse stradale (fig. 67).

Il volume compreso fra le sezioni $a_1\ c_1$ (ambedue in sterro) e quello compreso fra le sezioni $a_2\ c_2$ (ambedue in riporto) si trovano come nel 1° Caso.

Fig. 67.



5° Caso. — Ambedue le sezioni di passaggio, ma non corrispondenti (fig. 68).

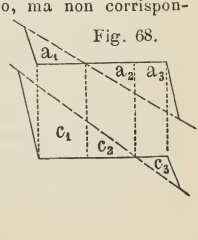
Divise le sez. come nella fig., con due piani verticali, paralleli all'asse stradale e condotti pei due punti di passaggio, si hanno le aree:

$a_1\ c_1$ ambedue in sterro (1° Caso)

$a_2\ c_2$ l'una in riporto, l'altra in sterro (2° Caso)

$a_3\ c_3$ ambedue in riporto (1° Caso).

Fig. 68.



Nota. — Vedi al N. ***146*** la calcolazione grafica dei volumi di sterro e riporto.

145. Escavazione.

1) Costo dell'escavazione di 1^{mc} di terreno, espresso in frazione della mercede giornaliera k di un manovale (giornata di 10 ore):

a) Sabbia e terre sciolte, scavabili col badile, incluso il paleggiamento o il carico sui carri. ..... $0{,}08 \div 0{,}10\ k$
b) Terre forti da zappa: per la sola escavazione ..... $0{,}15 \div 0{,}20\ k$
c) Terre compatte da piccone..... $0{,}24 \div 0{,}30\ k$
d) Roccie tenere e friabili..... $0{,}4 \div 0{,}6\ k$
e) Roccie da mina di media durezza ..... $0{,}8 \div 1{,}2\ k$
f) Roccie da mina di grande durezza..... $1{,}3 \div 1{,}6\ k$

Se l'escavazione si fa in galleria, bisogna moltiplicare i numeri precedenti per 1,50 nei casi *a, b, c*; per $1{,}70 \div 2$ nel caso *d*; per $2 \div 2{,}5$ nel caso *e*, e per $2{,}5 \div 3$ nel caso *f*. Se si tratta di pozzi questi coefficienti vanno raddoppiati.

Quando la terra è inzuppata, nei casi *a, b, c*, la spesa di escavazione va aumentata di 15 %.

Per spese generali si deve aggiungere $3 \div 4$ % nei casi *a, b, c*, e $8 \div 12$ % nei casi *d, e, f*.

Per le mine si richiede un consumo di $0^{k},3 \div 0^{k},8$ di polvere, oppure $0^{k},13 \div 0^{k},35$ di dinamite, per ogni mc.

2) Pel caricamento della materia escavata sui carri si richiede:

Per le terre: ogni mc. (misurato avanti l'escavo)..... $0{,}06 \div 0{,}07\ k$
Per le pietre: » » » ..... $0{,}08 \div 0{,}09\ k$

3) Il volume della materia, dopo che è escavata, aumenta di 20 a 25 % per le terre, e di $30 \div 40$ % per le roccie. La calcolazione del costo di scavo e di trasporto, però, si riferisce sempre al mc. di materia allo stato naturale. Nei riporti, dopo l'assettamento, l'aumento di volume si riduce a $3 \div 8$ % per le terre più o meno sciolte e a $12 \div 25$ % per le roccie più o meno tenere. — L'altezza di un riporto in terra diminuisce in media, per l'assettamento, di $^1/_8$.

146. Distanza media e computo grafico dei trasporti.

Distanza media dei trasporti. — Si calcola come segue:

1) Se il trasporto si fa in linea orizzontale o discendente, la distanza media del trasporto è in ogni caso lo sviluppo della projezione orizzontale L della linea congiungente i centri di gravità delle masse di sterro e di riporto.

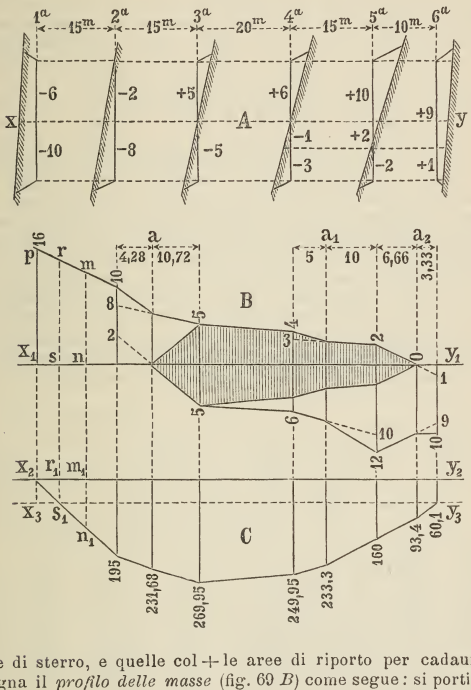
2) Se il trasporto si fa in ascesa, e h è la differenza di livello, si aggiunge alla projezione orizzontale L della strada una quantità $= 6\,h$ pei trasporti con carriuole a mano, $4\,h$ per trasporto con carri a cavalli su strade sistemate in ghiaia, e $8\,h \div 10\,h$ sopra strade in terra $=$ dura, $80\,h$ su un binario. Per trazione a locomotive, vedi N. ***171***.

Nei trasporti con carriuole o carretti su strade ascendenti, si può anche approssimatamente ritenere che ogni 1^{m} di altezza equivalga a 18^{m} di distanza orizzontale per carriuole e carretti a mano su rampe di $^1/_{12}$; e nel caso di carretti a cavallo, 16^{m} su buone strade sistemate a $^1/_{12}$, e $24^{m} \div 30^{m}$ su terreno duro o molle, in rampa di $^1/_{16} \div ^1/_{20}$.

Così, per es., pel trasporto con carriuole su rampe di $^1/_{12}$, se si tratta di portar la terra a 120^m di distanza orizzontale, sollevandola a $^1/_{12}$ di 120^m ossia a 10^m di altezza, la distanza ridotta sarà $= 18 \times 10 = 180^m$.

Computo grafico dei movimenti di terra. — Disegnate le sezioni come nella fig. 69 *A* (nella quale le cifre col segno — rappresentano in mq.

Fig. 69.



le aree di sterro, e quelle col + le aree di riporto per cadauna sez.) si disegna il *profilo delle masse* (fig. 69 *B*) come segue: si portino come ordinate sopra la x, y_1 le aree di sterro, e sotto quelle di riporto. Dove c'è un passaggio fra sterro e riporto, come fra le sez. 2^a-3^a, 4^a-5^a, 5^a-6^a, si trovano i punti medii di passaggio a a_1 a_2 così: fra le sezioni 2^a-3^a, dove si passa da uno sterro di 2^{mq} a un riporto di 5^{mq} si divide la distanza di 15^m in due parti nel rapporto 2 : 5, cioè di 4^m,28 e 10^m,72; indi portando sulla verticale 2^a una lungh. 8 rappresentante l'area di sterro della 2^a sezione corrispondente all'area 5 dello sterro della 3^a, si unisce 8 con 5, con che si ha l'ordinata intermedia rap-

presentante l'area di sterro della sezione *a*. Egualmente la distanza fra le sez. 4^a e 5^a si divide in due parti di 5^m e 10^m che stanno come 1 : 2, e si congiungono i punti 3 e 2, 6 e 10; e così pure la distanza fra le sez. 5^a e 6^a è divisa come 1 : 2, e si uniscono i punti 2 e 1, 12 e 9.

Le aree sopra e sotto la x_1 y_1 rappresentano i volumi degli sterri e riporti. Ribaltando poi le ordinate minori sulle maggiori, come nella parte tratteggiata della fig., si hanno i volumi eguali di sterro e riporto fra i quali può aver luogo il compenso con un semplice trasporto trasversale (il volume che così si compensa è, come appare anche dalla tabella seg., di $26{,}80 + 90 + 16{,}65 + 23{,}30 + 6{,}66 = 163^{mc}{,}41$; cosicchè il volume del riporto fra le sez. 3^a e 6^a da farsi collo sterro compreso fra le sez. 1^a e 3^a risulta di $373{,}26 - 163{,}41 = 209^{mc}{,}85$.

La seguente tabella dà il computo dei movimenti di terra e anche le ordinate del profilo dei momenti (fig. 69 *C*). Portando come ordinate sulla x_2 y_2 i volumi di sterro (come, per es., l'ordinata m_1 n_1 = all'area x_1 p m n) e riferendosi poi alla fondamentale x_3 y_3 passante per il punto estremo della spezzata così ottenuta (la cui ordinata = 60,10 rappresenta la differenza fra i volumi di sterro e di riporto) l'area della figura compresa fra x_3 y_3 e la spezzata rappresenta il *momento di trasporto* dello sterro, ossia il prodotto del volume di sterro per la distanza media a cui deve esser trasportato; per cui dividendo l'area pel volume si ha la distanza media (nel caso della figura, l'area è 10534,11, la quale divisa per il volume di sterro da trasportarsi dalle sezioni 1^a-3^a alle sezioni 3^a-6^a, che è di $209^{mc}{,}85$, dà $50^m{,}19$, distanza fra i centri di gravità dello sterro e del riporto che si compensano in senso longitudinale). L'ordinata r_1 s_1 (= 60,1 = area x, p r s) mostra che lo sterro eccedente, il quale non troverebbe impiego nel riporto, è quello compreso fra la 1^a sez. e la sez. *rs*.

Numero delle sezioni	Area in ciascuna sezione		Area media fra due sezioni		Distanza fra 2 sezioni	Volume		Differenze	Ordinate (somme algebric. delle differenze)
	Sterro	Riporto	Sterro	Riporto		Sterro	Riporto		
	mq.	mq.	mq.	mq.	m.	mc.	mc.	mc.	mc.
1	16,00	0,00							
			13,00	0,00	15,00	— 195,00	0,00	— 195,00	— 195,00
2	10,00	0,00							
			8,57	0,00	4,28	— 36,68	0,00	— 36,68	— 231,68
a	7,14	0,00							
			6,07	2,50	10,72	— 65,07	+ 26,80	— 38,27	— 269,95
3	5,00	5,00							
			4,50	5,50	20,00	— 90,00	+110,00	+ 20,00	— 249,95
4	4,00	6,00							
			3,33	6,66	5,00	— 16,65	+ 33,30	+ 16,65	— 233,30
a_1	2,66	7,33							
			2,33	9,66	10,00	— 23,30	+ 96,60	+ 73,30	— 160,00
5	2,00	12,00							
			1,00	11,00	6,66	— 6,66	+ 73,26	+ 66,60	— 93,40
a_2	0,00	10,00							
			0,00	10,00	3,33	0,00	+ 33,30	+ 33,30	— 60,10
6	0,00	10,00							
						433,36	373,26		
						60,10			

147. Costo dei trasporti (dati del prof. G. Martelli).

NB. Per volume di terra o roccia s'intende sempre il volume allo stato naturale, non dopo l'escavazione.

1) Paleggiamento. — Si impiega per distanze orizzontali $< 15^m$ o in scavi verticali che non permettano altri mezzi. Un manovale può paleggiare la terra a una distanza orizzontale di $3^m \div 4^m$, o a una altezza verticale di $1^m,60 \div 2^m$. Il paleggiamento di 1^{mc} costa in cadaun caso 0,06 k per terra leggera o smossa, 0,07 k per terra compatta o roccia sminuzzata (k = mercede giornaliera d'un manovale).

2) Trasporto col mezzo di veicoli su strade ordinarie. — Il costo C del trasporto di 1^{mc} di materia (allo stato naturale) a una distanza D (vera o ridotta, secondo le regole del N.° precedente) si ottiene colla formola generale:

$$C = \frac{K}{t\,V}\left\{\frac{t\,V}{m\,\mu} + \left(\frac{2\,D}{u} + \theta\right) n\right\}$$

a cui si devono aggiungere le spese generali di direzione e di acquisto e manutenzione dei mezzi di trasporto. In essa:

K = corrispettivo giornaliero della prestazione d'opera: vedi *a*) *b*) *c*);
t = durata del lavoro giornaliero in ore = in media 10;
V = volume in mc. della terra (allo stato naturale) che il veicolo può contenere; avvertendo che per le roccie si prenderanno per V dei valori di $^1/_5 \div {}^1/_6$ minori di quelli che si riferiscono alle terre;
u = velocità media del trasporto in m. all'ora;
m = numero dei mc. di terra che un manovale può caricare in t ore;
μ = numero dei manovali applicati al carico del veicolo;
n = numero dei manovali applicati al movimento di un veicolo;
θ = perditempo allo scarico di un veicolo in ore.

Valori particolari:

a) Trasporto con carriuole (conveniente per distanze sino a 150^m).

K = mercede giornaliera di un manovale;
$V = 0^{mc},03$; $u = 2700^m \div 3000^m$; $n = 1$; $t = 10$ ore; $\mu = 1$;
$m = \begin{cases} 20 \text{ mc. per terre sciolte, leggere, asciutte;} \\ 15 \text{ mc. per terre umide, pesanti;} \\ 10 \text{ mc. per roccie grossolanamente frantumate;} \end{cases}$
θ trascurabile. — Spese accessorie e generali 5 % circa.

Pendenze ordinarie per trasporti in ascesa $= 8 \div 10$ %.

Quando la via di trasporto non possa avere larghezza sufficiente allo scambio delle carriuole, e non si possano stabilire due vie, l'una di andata, l'altra di ritorno, si usa dividere la distanza orizzontale D in ricambi di lunghezza $\frac{V\,t\,u}{2\,m}$; e allora ogni manovale-trasportatore non fa che percorrere, andando e tornando, lo stesso ricambio, nel tempo che un manovale-caricatore impiega a caricare una carriuola (lungh. del ricambio = 20, 30, 40 m. circa, secondo che si tratta di terre sciolte e leggere, od umide e pesanti, o roccia frantumata). Nei trasporti in ascesa su rampe pendenti $\frac{1}{12}$, la lunghezza del ricambio è $\frac{2}{3}$ del valore precedente.

Costo del trasporto di 1^{mc} di terra, comprese le spese generali:

$m =$	$u = 3000^{m}$	$u = 2700^{m}$
20^{mc}	$(0{,}052 + 0{,}00233\ D)\ K$	$(0{,}052 + 0{,}00269\ D)\ K$
15^{mc}	$(0{,}069 + 0{,}00233\ D)\ K$	$(0{,}069 + 0{,}00269\ D)\ K$
10^{mc}	$(0{,}105 + 0{,}00233\ D)\ K$	$(0{,}105 + 0{,}00269\ D)\ K$

b) Trasporto con carretti a mano (conveniente fino a 400^{m}).

$K =$ mercede di un manovale; $V = 0^{mc},20 \div 0^{mc},25$; $u = 3000^{m}$; $n = 2 \div 3$; $t = 10$ ore; $m = 20$; 15; 10 mc. secondo la qualità della terra, come in *a*); $\mu = 2$; $\theta = 0{,}066$ ore; spese accessorie e generali 10 %. — Pendenze come in *a*).

Ricambi di lunghezza $\frac{V t u}{4\ m}$ in orizzontale e $\frac{V t u}{6\ m}$ in ascesa di $\frac{1}{12}$, essendo in generale due i manovali applicati al carico di un veicolo.

Costo del trasporto di 1^{mc} di terra, comprese le spese generali:

$m =$	$V = 0^{mc},20;\ n = 2$	$V = 0^{mc},20;\ n = 3$
20^{mc}	$(0{,}127 + 0{,}00072\ D)\ K$	$(0{,}163 + 0{,}0011\ D)\ K$
15^{mc}	$(0{,}145 + 0{,}00072\ D)\ K$	$(0{,}181 + 0{,}0011\ D)\ K$
10^{mc}	$(0{,}186 + 0{,}00072\ D)\ K$	$(0{,}218 + 0{,}0011\ D)\ K$
$m =$	$V = 0^{mc},25;\ n = 2$	$V = 0^{mc},25;\ n = 3$
20^{mc}	$(0{,}112 + 0{,}00058\ D)\ K$	$(0{,}141 + 0{,}00088\ D)\ K$
15^{mc}	$(0{,}130 + 0{,}00058\ D)\ K$	$(0{,}159 + 0{,}00088\ D)\ K$
10^{mc}	$(0{,}167 + 0{,}00058\ D)\ K$	$(0{,}196 + 0{,}00088\ D)\ K$

c) Trasporto con carretti a un cavallo (conven. fino a 1400^{m}).

$K =$ costo giornaliero del cavallo + mercede del conduttore; $V = 0^{mc},45 \div 0^{mc},55$; $u = 4100^{m} \div 3600^{m}$; $m = 20$; 15; 10 mc. come in *a*); $\mu = 1$ (lo stesso condutt.); $\theta = 0{,}10$ ore; $n = 1$; $t = 10$ ore; spese generali 15 %. — Pendenze mass. $= 5 \div 8$ % secondo la natura della strada.

Il conduttore del cavallo eseguisce da solo il carico e lo scarico.

Pel costo di trasporto di 1^{mc} si ha:

$m =$	$V = 0^{mc},55;\ u = 3600^{m}$	$V = 0^{mc},45;\ u = 4100^{m}$
20^{mc}	$(0{,}077 + 0{,}000116\ D)\ K$	$(0{,}082 + 0{,}000123\ D)\ K$
15^{mc}	$(0{,}096 + 0{,}000116\ D)\ K$	$(0{,}100 + 0{,}000123\ D)\ K$
10^{mc}	$(0{,}135 + 0{,}000116\ D)\ K$	$(0{,}140 + 0{,}000123\ D)\ K$

3) Trasporto con carri a cavalli su binari provvisori (conveniente fino a 3000^{m} al più e per almeno 25000^{mc} di sterro da trasportare).

$K =$ mercede d'un manovale; $K_1 =$ costo giornaliero di un cavallo col suo conduttore; $V = 2^{mc} \div 2^{mc},50$; $u = 4100^{m}$ al passo e in piano con 2 carri; spese generali 10 %. — Pendenze sino a $2 \div 3$ %.

La spesa del trasporto di 1^{mc} alla distanza media D consta delle seguenti parti:

α) Spesa pel carico:

0,075 K per terre leggiere asciutte
0,10 K per terre umide pesanti...
0,15 K per roccie frantumate ....
} circa un terzo della giornata va perduta in manovre

β) Spesa per forza motrice: $0{,}0000231\ DK_1$.

γ) Spesa per lo scarico. — Se viene eseguito col ponte di scarico fisso, la mano d'opera necessaria è di $1 \div 2$ manovali per 100^{mc} di sterro scaricato giornalmente, secondo la qualità della terra e secondo la conformazione dei carri; dunque indicando con W lo sterro totale in mc. da eseguire in G giorni lavorativi, la spesa di scarico sarà:

$$\text{da } 0{,}01\ \frac{WK}{G} \text{ a } 0{,}02\ \frac{WK}{G}$$

δ) Spesa per provvista, manutenzione e lubrificazione dei carri. — Se N è il numero dei carri in servizio, la spesa per provvista e manutenzione dei carri è: $0{,}687\ \frac{VNG}{W}$, tenuto conto dei carri di riserva.

Numero dei carri $N = \frac{W}{GVt}\left(\frac{Vt}{2m} + \frac{D + 340}{2050}\right)$.

La spesa di lubrificazione importa pei carri nuovi £ 0,004 e pei carri vecchi £ 0,008 per ogni mc. e per 1000^{m} di distanza di trasporto, quindi in media e per ogni mc. £ 0,000006 D.

λ) Spesa per impianto, manutenzione e disfacimento dei binari. — L'impianto di un metro corrente di binario costa circa:

£ 6,25 con ruotaie nuove del peso di 6^{k} al m. corr.
» 7,50 con ruotaie nuove del peso di $12^{k},5$ al m. corr.
» 10,00 con ruotaie vecchie di ferrovia.

Chiamato B questo costo ed L la lunghezza totale del binario da stabilire, si avrà per ogni mc. di sterro la spesa $\frac{BL}{W}$ ($L = 2{,}5\ D$ circa).

La manutenzione del binario importa giornalmente la spesa media di £ 0,01 per m. corr.; cosicchè, se L_1 = lunghezza media del binario impiantato, per ogni mc. la spesa sarà: $0{,}01\ \frac{L_1 G}{W}$.

La posa, il trapiantamento e il disfacimento importano circa £ 0,75 al m. corr. Chiamata L_2 ($= 5\ D \div 6\ D$) la lunghezza totale dei binari impiantati durante il lavoro, la spesa corrispondente per ogni mc. sarà: $0{,}75\ \frac{L_2}{W}$.

4) Trasporto con carri mossi da locomotive su binari provvisori (conveniente per sterri di almeno 50000^{mc} e per distanze $> 3000^{m}$).

K mercede dei manovali addetti al convoglio; $V = 2^{mc},5$ per carro; $u = 12000^{m} \div 15000^{m}$; $\theta = 0{,}25$ ore; spese generali 10 %. — Pendenze come in 3).

La spesa del trasporto di 1^{mc} alla distanza D, orizzontale o ridotta, risulta dalla somma delle seguenti parti:

α) Spesa di carico: come in 3).

β) Spesa per forza motrice:

$$\text{da } 0{,}0625 + 0{,}00002\,D \quad \text{a} \quad 0{,}0625 + 0{,}000025\,D$$

secondo il $\pm$ buon stato della locomotiva e del binario, e il minore o maggior costo del carbone.

γ) Spesa di scarico: come in 3).

δ) Spesa per provvista, manutenz. e lubrificazione dei carri: come in 3); ma $N = \frac{W}{G\,V\,t}\left\{\frac{V\,t}{2\,m} + \frac{2\,D}{u} + \theta\right\}$ oppure $= \frac{W}{G\,V\,t}\left\{\frac{V\,t}{3\,m} + \frac{2\,D}{u} + \theta\right\}$ secondo che si applichino 2, o 3 manovali al carico di un carro.

λ) Spesa per impianto, manutenzione e disfacimento dei binari: come in 3).

5) Trasporto con materiale Decauville (conveniente per sterri di almeno 10000^{mc}).

K mercede di un manovale caricatore e trasportatore; K_1 costo giornaliero di un cavallo col suo conduttore; $m = 20$; 15; 10 mc. secondo la qualità della terra. Il costo C del trasporto di 1^{mc} alla distanza D è:

a) per trazione a mano con carri di $0^{mc},30$ di capacità e binario di $0^{m},40$ di scartamento, per distanze sino a 350^{m}:

$$C = \frac{K}{m} + (K + 0{,}0007\,D + 0{,}174)\,(0{,}000185\,D + 0{,}0111).$$

b) per trazione a cavalli, carri di $0^{mc},50$, binario di $0^{m},60$, distanze maggiori di 350^{m}:

$$C = \frac{K}{m} + (K_1 + 0{,}00272\,D + 1{,}147)\,(0{,}00002\,D + 0{,}0133).$$

148. Trasporto verticale.

Costo di una tonnellata di materia elevata a un'altezza h, o da una profondità h, compreso carico e scarico:

Col verricello..... $0{,}0146\ (h + 30)\ k$
Con un argano a maneggio.... $0{,}00156\ (h + 33{,}5)\ k_1$

k = mercede di un manovale; k_1 costo di un uomo e di un cavallo.

149. Costo dei lavori accessorî.

Scoticamento del terreno, mettendo in disparte le zolle.....	al mq.	$0{,}017\ k$
Rimettimento delle medesime.....	»	$0{,}018\ k$
Spianamento della terra.....	»	$0{,}02\,k \div 0{,}04\ k$
Spianamento delle superfici in roccia, con riempimento dei vani mediante muratura a secco (In galleria questo costo è $2{,}5 \div 3$ volte maggiore).	»	$0{,}07\,k \div 0{,}12\ k$
Costipamento della terra	al mc.	$0{,}02\,k \div 0{,}025\ k$

B. Tracciamento delle curve

150. Curve circolari (dato il raggio R e l'ang. di deviaz. α). *Punti principali.* — *a*) Se A è accessibile, si determinano i punti B, B_1 in cui l'asse stradale dei due tronchi rettilinei si raccorda coll'asse della curva (fig. 70), colla:

$$AB = AB_1 = R \operatorname{tang} \frac{\alpha}{2}$$

Si può anche determinare il punto D sulla bissettrice colla:

$$AD = R \left(\frac{1}{\cos {}^{\alpha}/_{2}} - 1 \right)$$

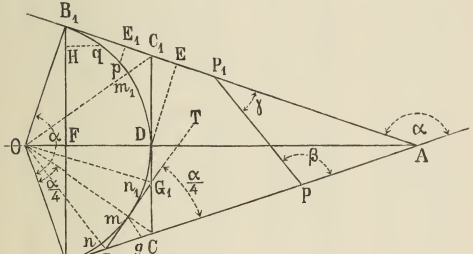
oppure colle coordinate:

$$B_1 E = R \operatorname{sen} \frac{\alpha}{2} = \text{semicorda } B_1 F$$

$$ED = R \left(1 - \cos \frac{\alpha}{2} \right) = \text{saetta } FD$$

Vedi le tabelle IV, VI pei seni, cos., tang., corde e saette.

Fig. 70.



b) Se A è inaccessibile, si traccia una retta ausiliaria qualunque PP_1; si misurano gli angoli β, γ e si calcolano le:

$$AP = PP_1 \frac{\operatorname{sen} \gamma}{\operatorname{sen} \alpha}; \quad AP_1 = PP_1 \frac{\operatorname{sen} \beta}{\operatorname{sen} \alpha}$$

e quindi si determinano i punti B, B_1 colle:

$$BP = R \operatorname{tang} \frac{\alpha}{2} - AP; \quad B_1 P_1 = R \operatorname{tang} \frac{\alpha}{2} - AP_1$$

Se BP, o $B_1 P_1$, o ambedue, risultassero negative, si riporteranno da P, P_1 verso A, invece che verso O.

D si determina col suesposto valore della saetta FD.

1° *Tracciamento per punti* (da applicare quando è accessibile il terreno esterno alla curva):

Per un punto p qualunque (fig. 70) si trova l'ordinata $y = E_1 p$ corrispondente a un'ascissa $x = B_1 E_1$ presa sulla tangente, colla:

$$y = R - \sqrt{R^2 - x^2}$$

Nella seguente tabella XLIX, si trovano i valori di y corrispondenti a una serie di valori di x in *metri*, per $R = 100^m$. Per un altro raggio qualunque R, si moltiplicheranno ambo i valori di x, y della tabella per $\frac{R}{100}$.

XLIX. — Tabella delle ascisse sulla tangente e delle rispettive ordinate ortogonali per $R = 100$

x	y	x	y	x	y	x	y	x	y
m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.
0,5	0,0012	17	1,4556	38	7,5013	59	19,2597	80	40,0000
0,6	0,0018	18	1,6334	39	7,9185	60	20,0000	81	41,3570
0,7	0,0024	19	1,8216	40	8,3485	61	20,7599	82	42,7637
0,8	0,0032	20	2,0204	41	8,7915	62	21,5398	83	44,2237
0,9	0,0041	21	2,2299	42	9,2476	63	22,3405	84	45,7414
1	0,0050	22	2,4500	43	9,7171	64	23,1625	85	47,3217
2	0,0200	23	2,6809	44	10,2002	65	24,0066	86	48,9706
3	0,0451	24	2,9227	45	10,6972	66	24,8734	87	50,6948
4	0,0801	25	3,1754	46	11,2081	67	25,7639	88	52,5026
5	0,1251	26	3,4392	47	11,7334	68	26,6788	89	54,4040
6	0,1802	27	3,7140	48	12,2731	69	27,6191	90	56,4110
7	0,2453	28	4,0000	49	12,8277	70	28,5867	91	58,5392
8	0,3205	29	4,2973	50	13,3975	71	29,5798	92	60,8081
9	0,4058	30	4,6061	51	13,9826	72	30,6026	93	63,2441
10	0,5013	31	4,9264	52	14,5834	73	31,6553	94	65,8826
11	0,6068	32	5,2583	53	15,2002	74	32,7393	95	68,7755
12	0,7226	33	5,6019	54	15,8335	75	33,8526	96	72,0000
13	0,8486	34	5,9575	55	16,4835	76	35,0077	97	75,6895
14	0,9849	35	6,3250	56	17,1507	77	36,1956	98	80,1003
15	1,1314	36	6,7048	57	17,8355	78	37,4221	99	86,8933
16	1,2883	37	7,0968	58	18,5383	79	38,6893	100	100,0000

Per evitare l'imprecisione derivante da valori di y troppo grandi, si utilizzeranno, oltre alle due tangenti principali, anche altre tangenti ausiliarie. Così si traccia la tangente CC_1 nel punto D, colla:

$$BC = B_1 C_1 = R \operatorname{tang} \frac{\alpha}{4}$$

con che si possono anche determinare direttamente i punti m, m_1 sulle bissettrici CO, $C_1 O$ mediante la:

$$Cm = C_1 m_1 = R \left(\frac{1}{\cos \frac{\alpha}{4}} - 1 \right)$$

Nello stesso modo si potrebbero tracciare le tang. in m, m_1 colla:

$$BG = DG_1 = R \operatorname{tang} \frac{\alpha}{8}$$

e quindi i punti n, n_1; e così di seguito (vedi 3° tracciamento).

2° *Tracciamento* (inaccessibile il terreno esterno alla curva):
Prendendo per asse delle ascisse la corda (fig. 70) si determina innanzi tutto la saetta corrispondente

$$s = FD = R\left(1 - \cos\frac{\alpha}{2}\right)$$

indi si trova l'ordinata $y = Hq$ di un punto qualunque q, corrispondente a un'ascissa $x = FH$ presa sulla corda a partire dal suo punto di mezzo, colla:

$$y = s - \left[R - \sqrt{R^2 - x^2}\right]$$

vale a dire sottraendo da s i valori di y della tabella XLIX.
Quando i valori di y diventassero troppo grandi (per es. $> 20^m$) converrà valersi di altre corde successive, mettendo in ogni caso per α, nel valore di s, l'angolo al centro da esse sotteso.

3° *Tracciamento* (inaccessibile l'interno e l'esterno della curva; caso delle curve in galleria, argine o trincea):
Diviso l'angolo α (fig. 70) in un numero z sufficientemente grande di parti eguali ($z = 4$ nella figura) si determina:

$$BG = R \operatorname{tang} \frac{\alpha}{2z}$$

si traccia l'angolo $CGG_1 = \frac{\alpha}{z}$ e si prende $Gm = BG$, con che si ha il punto m. Si ha quindi n sulla bissettrice colla:

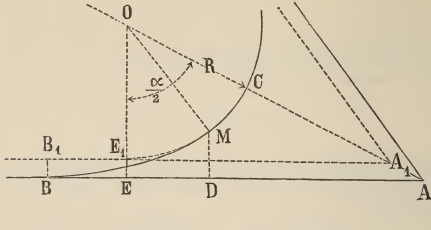
$$Gn = R\left(\frac{1}{\cos {}^{\alpha}/_{2z}} - 1\right)$$

Si prende $mG_1 = BG$ sulla Gm prolungata; si fa quindi l'angolo $TG_1D = \frac{\alpha}{z}$ e così di seguito.

Si può fare un analogo tracciamento, anche non avendo strumenti geodetici, all'infuori di una misura lineare. Fissato, in tal caso, il numero z di parti da individuare sull'arco fra i punti B, B_1 ($z = 4$ nella fig. 70) si determinerà BG come sopra; si porterà $Gg = BG$; indi, segnata su un regolo la stessa misura, se ne fisserà un'estremità in G, e si scosterà l'altra da g sinchè venga in una posizione m tale, che risulti $gm = Bg \operatorname{sen} \frac{\alpha}{2z}$. Ottenuto questo primo punto m, si prende $mG_1 = Gm$ e si prosegue collo stesso metodo.

151. Curve di raccordo (intercalate fra il tronco rettilineo e la curva circolare, sulle ferrovie) fig. 71.

Fig. 71.



EBM curva di raccordo, *MC*.... arco circolare di raggio *R*. Equazione della curva *BM* (origine in *B*, ascisse lungo *BA*):

$$y = \frac{x^3}{6\,m}$$

$m = 12000$ per R fino a 600^m; $m = 20\,R$ per valori superiori.

Si calcolano innanzi tutto le coordinate del punto *M* di raccordo

$$a = BD = \frac{m}{R}; \quad b = DM = \frac{a^2}{6R}$$

Si determinano quindi i punti *E*, *B*, *D*, E_1, *M* colle:

$$AE = \left(R + \frac{b}{4}\right) \text{tang}\,\frac{\alpha}{2}; \quad EB = ED = \frac{a}{2}; \quad EE_1 = \frac{b}{4}; \quad DM = b$$

L'arco di circolo *MC*.... si traccia colle norme del N. ***150*** (immaginandolo prolungato fino in E_1) come se l'asse stradale fosse spostato da *BEA* in $B_1E_1A_1$ e quindi riferendo l'arco alla tangente A_1B_1 e a quella che le è simmetrica rispetto alla bissettrice A_1O.

Lunghezza complessiva dell'arco circolare e sue curve di raccordo $= \frac{\pi}{180}\,\alpha\,R + a$. Il valore di *a* (ascissa del punto di raccordo) si ha dalla:

Per $R =$ m.	300	350	400	450	500	550	600 e più
$a =$ m.	40,00	34,29	30,00	26,67	24,00	21,82	20,00

L'elevazione della ruotaia esterna sulla curva comincia in *B*, crescendo uniformemente fino a raggiungere in *M* il suo valore normale (N. ***158***).

Quando si adotta l'allargamento del binario in curva (N.° ***158***) esso potrà cominciare sulla curva di raccordo, nel punto in cui il raggio di curvatura di questa, partendo dal punto di tangenza col tronco rettilineo, raggiunge il limite, sotto al quale l'allargamento è ritenuto utile.

La curva di raccordo BM si traccia per mezzo della sua equazione. Per R fino a 600^m si hanno i valori corrispondenti di x e y, in metri, dalla seguente tabella:

x	y	x	y	x	y	x	y	x	y
2	0,000	**14**	0,038	**26**	0,244	**38**	0,762	**50**	1,736
4	0,001	**16**	0,057	**28**	0,305	**40**	0,889	**52**	1,953
7	0,003	**18**	0,081	**30**	0,375	**42**	1,029	**54**	2,187
8	0,007	**20**	0,111	**32**	0,455	**44**	1,183	**56**	2,439
10	0,014	**22**	0,148	**34**	0,546	**46**	1,352	**58**	2,710
12	0,024	**24**	0,192	**36**	0,648	**48**	1,536	**60**	3,000

C. Strade ordinarie

152. Impianto della strada.

a) Sezione. — Largh. della carreggiata: strade nazionali e provinciali $6^m \div 8^m$; strade comunali $5^m,50$ in pianura, 5^m in montagna; larghezza minima pel carreggio $4^m,80$. — Massicciata: spess. $0^m,20 \div 0^m,30$; profilo ad arco di circolo con saetta $= {}^1/_{24} \div {}^1/_{40}$ della corda.

b) Curve e pendenze. — Strade principali: minimo raggio curve 40^m in pianura, 20^m in montagna; pendenze massime 2,5 % in pianura, 6 % in montagna. — Strade secondarie: minimo raggio 30^m in piano, 15^m in monte; pendenze massime 4 % in piano, 7 % in monte.

153. Spese d'impianto e di manutenzione.

a) Spesa d'impianto. — Secondo la larghezza £ $4 \div 8$ mila al km. per strade in pianura, £ $8 \div 16$ mila per strade in montagna.

b) Manutenzione. — Quantità annua di ghiaia per km. di strada: strade principali $80 \div 400$ mc., strade secondarie $40 \div 80$ mc., secondo la frequenza del carreggio e la qualità della ghiaia.

Spesa annua di manutenzione: strade nazion. e provinc. £ $400 \div 900$ al km.; strade secondarie £ $150 \div 400$, secondo il carreggio.

Costo dello spandimento di 1^{mc} di ghiaia $0,15\,k$; della preparazione di 1^{mc} di pietrisco $0,5\,k + 1,75\,k$ secondo la durezza della pietra; dello sfangamento $0,025\,k$ al mq. (k = mercede giornaliera d'un manovale).

154. Strade di città (dati di Londra, Parigi e Vienna).

Qualità della strada		Granito	Asfalto	Legno	Macadam
Spesa d'impianto al mq.	£	$20 \div 24$	$23 \div 26$	$18 \div 20$	$7 \div 9$
Manutenz. annua al mq.	»	$0,7 \div 1,2$	$1,3 \div 2,1$	$2,5 \div 3,2$	$2 \div 3$

155. Resistenza alla trazione. — Rapporto fra la forza di trazione e il carico su una strada orizzontale:

Terreno naturale duro e piano	$0,04 \div 0,10$
Terreno naturale molle o sassoso	$0,15 \div 0,20$
Strada ordinaria in buonissimo stato	$0,02 \div 0,03$
Strada ordinaria in stato ordinario	$0,04 \div 0,06$
Strada ordinaria appena inghiaiata	$0,12 \div 0,15$
Lastrico ordinario	$0,015 \div 0,02$
Asfalto o legno	$0,008 \div 0,01$

D. Ferrovie
(dati del prof. Loria)

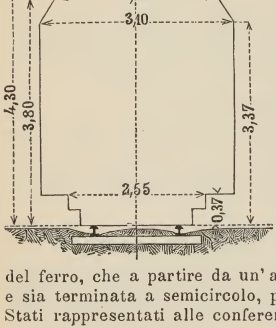
156. Sezione della strada. — (Dimensioni adottate per le ferrovie italiane dalle Commissioni del 1871 e del 1879):

Larghezza interna del binario $1^m,445$. Distanza fra gli assi di due binari in via normale $3^m,565$; nelle stazioni $4^m \div 5^m$. Distanza fra l'asse di un binario e il ciglio della piattaforma stradale $2^m,75$. Larghezza della massicciata in sommità $3^m,50$ per binario semplice, $7^m,00$ per doppio binario; suo spessore $0^m,50$. — Per ferrovie secondarie, pur mantenendo eguale la largh. del binario, la largh. della piattaforma stradale può ridursi a $5^m \div 4^m$, con massicciata di $3^m \div 2^m,60$, alta $0^m,40$.

Nelle ferrovie economiche il binario si può ridurre a $0^m,95 \div 0^m,70$, con una piattaforma di $3^m,50 \div 3^m,20$ e una massicc. di $2^m,10 \div 1^m,85$.

157. Profilo normale del materiale mobile. — La fig. 72 dà il profilo normale adottato in Italia pel servizio cumulat. Il profilo dei manufatti deve distare almeno $0^m,15$ dal profilo normale. Però nelle gallerie l'altezza sull'asse del binario deve essere $5^m,50$; la largh. al pian del ferro $4^m,50$ e quella all'imposta 5^m (da ridurre a $4^m,20$ per ferrovie economiche a binario normale, o a $3,20 \div 3$ m. se a binario ridotto). Sui ponti a un binario la dist. interna fra i parapetti deve essere di $4^m,50$ per ferrovie ordin., $4^m,20$ per ferr. economiche a binario normale, e 1^m oltre la larghezza dei veicoli per ferrovie economiche a binario ridotto.

Fig. 72



Una sagoma, alta $4^m,15$ sul piano del ferro, che a partire da un'altezza di $1^m,30$ abbia una largh. di 3^m e sia terminata a semicircolo, può passare su tutte le ferrovie degli Stati rappresentati alle conferenze di Berna del 1882 e 1885.

158. Curve e pendenze.

Linee principali: min. raggio delle curve 1000^m in pianura, 300^m in montagna. Pend. mass. $5 \div 10$ ‰ in pianura, $15 \div 25$ ‰ in montagna.

Linee secondarie: minimo raggio curve 200^m in pianura; 100^m in montagna; $70^m \div 40^m$ per ferrovie a binario ridotto. Pendenze massime $10 \div 15$ ‰ in pianura, $30 \div 50$ ‰ in montagna.

Tratte orizzontali, di lungh. sufficiente a contenere un convoglio, nei punti di passaggio da una pendenza a una contropendenza, se > 5 ‰.

Pendenze in contiguità a stazioni e fermate, non > 5 ‰ per una tratta di almeno 80^m. Pendenza massima nelle stazioni 3 ‰.

Nelle curve al disotto di 1000^m e anche di 500^m di raggio, si usa spesso di allargare il binario verso l'interno; ma quest'uso non è generale.

Nelle curve si usa anche dare alla ruotaia esterna una sopraelevazione sulla interna, che si determina sia colla formola $s = 7{,}9\, l\, \frac{V^2}{R}$, sia colla $s = \frac{V}{R}$, e anche con altre formole diverse (s = sopraelevazione in mm.; l = larghezza del binario, fra le mezzarie delle ruotaie, in m.; R = raggio della curva in m.; V = velocità, in chilometri all'ora, dei convogli più celeri). In base alla prima form. è calcolata la seg. tab.:

R	Valore di s per V = km.				R	Valore di s per V = km.			
	40	50	60	70		40	50	60	70
300	63	98	—	—	800	23	37	53	72
400	47	74	106	145	900	21	30	47	64
500	38	59	85	116	1000	19	29	42	58
600	31	49	71	96	1500	12	20	28	39
700	27	42	61	83	2000	9	15	21	29

La ruotaia esterna rimane elevata di s su tutta la lunghezza della curva; e si raccorda col livello normale, a ciascuna delle due estremità, sopra una tratta di rettilineo eguale a $0^m{,}30 \div 0^m{,}50$ per ogni mm. di rialzo. Però convien meglio interporre una curva di raccordo, nel qual caso si procede come è detto al N. ***151***.

La tendenza attuale è di diminuire la sopraelevazione, o anche sopprimerla del tutto in caso di piccoli V.

159. Armamento.

Ruotaie. — Larghezza della testa $55 \div 63$ mm., larghezza della suola $95 \div 120$, altezza $118 \div 130$ mm.; grossezza dello stelo $14 \div 16$ mm.; lunghezza $6^m \div 7^m$, ed ora più generalm. 9^m e 12^m; peso per m. corrente $33 \div 38$ kg. Inclinazione in opera non $< {}^1/_{20}$ dell'altezza. — Per linee econom. a binario norm., ruotaie di $18 \div 30$ kg., alte $90 \div 116$ mm.; per linee a binario ridotto, ruotaie di $12 \div 20$ kg., alte $70 \div 90$ mm.

Giuoco per la dilatazione ai giunti fra le ruotaie: varia colla loro lunghezza e colla temper. al momento della posa; per ruotaie di 6^m giuoco di 3^{mm} fino a 5°, di 2^{mm} da 5° a 10°, e di 1^{mm} da 20° in su; per ruotaie di 9^m, 8^{mm} da $(-4)°$ a $(-10)°$, 7^{mm} da $(-3)°$ a 3°, 6^{mm} da 4° a 11°, 5^{mm} da 12° a 19°, 4^{mm} da 20° a 26°, 3^{mm} da 27° a 33°, 2^{mm} da 34° a 40°.

Le curve si armano con ruotaie normali e con ruotaie più corte, da calcolarsi in base al raggio minimo R delle curve, alla semilargh. a del binario, e alla lungh. l delle ruotaie normali, colla formola:

$$\text{lungh. ruotaie corte } l_1 = l\,\frac{R-a}{R+a}.$$

Lunghezza delle ruotaie corte per ferrovie ordinarie $5^m{,}96$ per lunghezza normale di 6^m, $8^m{,}945$ per lunghezza normale di 9^m.

Durata delle ruotaie: il ricambio diventa necessario dopo un passaggio di $60 \div 100$ mila convogli per ruotaie di ferro, $200 \div 250$ mila per ruotaie d'acciaio. — Per consumare 1^{mm} di spessore dalla testa d'una ruotaia d'acciaio, si richiede un passaggio di 20 a 10 milioni di tonn.

sopra pendenze da 0 a 5 per 1000 con grandi curve; e di 8 a 2 milioni su pendenze di 6 a 25 per 1000, con curve ± larghe.

Traversine: lunghezza $2^m,30 \div 2^m,75$; larghezza $0^m,25 \div 0^m,30$; altezza $0^m,125 \div 0^m,15$; distanza $0^m,80 \div 1^m,10$ per quelle intermedie, $0^m,70 \div 0^m,90$ per quelle alle estremità delle ruotaie. Se il giunto è sospeso, si fa una mezza campata all'estremità di $0^m,30 \div 0^m,35$, indi la successiva di $0^m,70 \div 0^m,80$ e le altre come sopra. Per linee economiche a binario normale, traversine di $0^m,20 \times 0^m,12$, lunghe $2^m,30$, distanza come sopra. Per linee a bin. ridotto, travers. di $0^m,20 \times 0^m,12$, lunghe $1^m,50 \div 1^m,70$.

Durata delle traversine: traversine iniettate di faggio e legni resinosi $10 \div 12$ anni; traversine non iniettate, quercia $10 \div 12$ anni, legni resinosi $5 \div 7$, faggio $2\ ^1/_2 \div 3$.

160. Passaggi a livello, scambi.

Passaggi a livello. Le strade carrettiere devono attraversare una ferrovia sotto un angolo $> 45^0$ e mantenersi orizzontali pel tratto comune alla ferrovia e per 15^m per parte.

Scambi. Tipo generale ad aghi affilati. Si possono ammettere, per ferrovie ordin., raggi di 100^m, per scambi da veicoli; di $150^m \div 180^m$ per scambi di convogli nelle stazioni; di 300^m per scambi percorsi da convogli in marcia normale. Aghi di 5^m, o $5^m,50$; per gli scambi tripli due aghi brevi di $3^m,60$. Incrociamenti corrispondenti ad angoli aventi per tangente $^1/_8$, $^1/_9$, $^1/_{10}$, $^1/_{12}$.

161. Stazioni.

Piano stradale. — Lunghezza necessaria per lo sviluppo dei binari di servizio; stazioni ordin. di 1ª cl. $600^m \div 800^m$; di 2ª cl. $400^m \div 600^m$; di 3ª cl. $300^m \div 500^m$ (per ferrovie principali, non meno di 450^m).

Banchine passaggieri, alte $0^m,21 \div 0^m,38$; *piani di caricamento*, alti $1^m \div 1^m,10$ sul piano del ferro; distanza del loro ciglio dal lembo esterno della ruotaia $0^m,80 \div 0^m,90$.

Fabbricato passaggieri. — Linee principali: area della pianta 1400 a 200 mq. secondo la classe. Linee second. $250 \div 100$ mq. Per una stazione di media importanza l'area terrena si può ritenere suddivisa come segue: vestibolo $40 \div 50$ mq.; ufficio biglietti e impiegati $30 \div 35$ mq.; posta $20 \div 30$ mq.; consegna bagagli $15 \div 20$ mq.; capostaz. $10 \div 12$ mq.; sala d'aspetto 1ª e 2ª classe $20 \div 30$ mq.; sala di 3ª classe $30 \div 40$ mq.; caffè e servizi annessi $30 \div 50$ mq.

Tettoie merci. — Superficie $800 \div 450$ mq. secondo la classe per linee principali, $150 \div 50$ mq. per linee secondarie. Altezza del pavimento sul pian del ferro $1^m \div 1^m,10$; larghezza utile pel deposito delle merci $10^m \div 15^m$; lunghezza secondo il bisogno. Porte di 2^m, a scorrimento.

Rimesse locomotive. — Distanza fra gli assi delle fosse 5^m; lunghezza delle fosse 14^m; lunghezza netta per macchina 17^m. Porte alte $4^m,80$, larghe $3^m,35$ almeno.

Rimesse veicoli. — Distanza fra gli assi dei binari 5^m; lungh. netta per veicolo 10^m; porte come sopra.

Rifornitori. — Vasche di $20 \div 60$ mc., alte $5^m \div 7^m$ sul piano del ferro.

162. Caselli e cantoniere. — Caselli: superficie $6 \div 9$ mq. in un sol locale. Cantoniere semplici 20^{mq}, doppie 40^{mq} con $2 \div 4$ locali.

163. Veicoli (per ferrovie ordinarie). — Lunghezza $6^m,4 \div 7^m$; larghezza della cassa $2^m,5 \div 2^m,7$; altezza dei ripulsori sul piano del ferro $0^m,95 \div 1^m,05$. — Peso delle carrozze $6 \div 9$ tonn.; dei bagagliai $6 \div 7$ tonn.; dei carri-merci $4,5 \div 6,5$ tonn. — Portata delle carrozze $24 \div 48$ passaggieri secondo la classe; dei carri $8 \div 12$ tonn. — Dist. fra le sale $3^m \div 5^m$; diametro delle ruote $0^m,90 \div 1^m,05$; loro largh. $0^m,125 \div 0^m,15$; loro distanza netta interna $1^m,36$.

Spesa media annua per manutenz., riparaz., rinnovam. e pulizia dei veicoli: grandi linee £ $500 \div 800$ per veicolo; piccole linee £ $150 \div 200$.

Durata veicoli $25 \div 35$ anni con 35000 km. di medio percorso annuo per le carrozze; $35 \div 50$ anni con 16000 km.-anno pei carri.

164. Freni. — Formola per determinare il numero dei freni occorrenti in un convoglio, onde fermarlo dopo il percorso di s metri:

$$51\, v^2 = s\,(k + fr \pm i)$$

in cui v = veloc. in m. al $1''$; k = coeff. di resist. alla trazione in piano $= 5 \div 6$ kg. per tonn.; f = coeff. d'attrito di scorrimento $= 100 \div 167$ kg. per tonn.; r = rapporto fra il numero dei veicoli a freno e il numero totale dei veicoli del convoglio; i = pendenza della strada per 1000.

r si fissa d'ordinario come segue per convogli-viaggiatori, prendendolo alquanto minore per convogli merci:

sino a $i = 3$ ‰,	$r = 1/6$	per $i = 10 \div 16$ ‰,	$r = 1/3$
per $i = 3 \div 5$ »	$r = 1/5$	per $i = 16 \div 40$ »	$r = 1/2$
per $i = 5 \div 10$ »	$r = 1/4$	per $i > 40$..... »	$r = 1$

165. Locomotive.

a) Dati principali sulle locomotive pel servizio ordinario.

Larghezza massima non $> 3^m,05$; lunghezza $7^m \div 10^m$; altezza del camino sul piano del ferro secondo il profilo normale; d'ordinario $4^m,20$. Diametro delle ruote motrici e accoppiate $= 0,9 + 0,06\ v$ (v = velocità del convoglio in m. al $1''$); delle ruote portanti $1^m \div 1^m,20$; larghezza e distanza interna delle ruote come al N. ***163***.

Cilindri. — Velocità degli stantuffi $u = 2^m,5 \div 3^m,2$ al $1''$. Diametro $= 0^m,40 \div 0^m,60$; lo si determina prendendo il maggiore dei due valori che si ottengono, calcolando prima la macchina per la resistenza del convoglio in piano con un'ammissione di $0,25 \div 0,35$, e poi per la resistenza sulla pendenza massima della linea con un'ammissione di 0,70 (vedi « Macchine a vapore »). Corsa $= 0^m,55 \div 0^m,65$.

Rapporto fra l'area dello stantuffo e l'area della luce d'ammissione $= 12 \div 15$; fra l'area stantuffo e la luce di scarico $= 10 \div 12$. — Sezione dell'orificio di iniezione di vapore nel camino = circa 1^{cmq} per ogni mq. di superficie riscaldata della caldaia.

Caldaia. — Pressione effettiva $7 \div 12$ atm. Tubi di $3^m,20 \div 5^m,20$ di lunghezza, $45 \div 51$ mm. di diametro esterno e $2^{mm},5$ di spessore, posti a quinconce con $16 \div 17$ mm. di intervallo; loro numero $150 \div 220$. Diametro della caldaia $1^m,15 \div 1^m,50$; altezza del suo centro sulle ruotaie

$1^m,80 \div 2^m$. Superficie riscaldata totale $= 700 \div 750$ volte la sezione di un cilindro $= 80 \div 180$ mq. Superficie della camera del fuoco $= {}^1/_{10}$ a ${}^1/_{11}$ della superficie dei tubi $= 7 \div 11$ mq. — Area della griglia $= {}^1/_{65} \div {}^1/_{80}$ della superficie riscaldata totale $= 1 \div 2,5$ mq. — Produzione di vapore per mq. di superficie riscaldata e per ora $= 25 \div 40$ kg.

b) *Tipi principali di locomotive pel servizio ordinario.*

Una sala motrice e due portanti (convogli leggeri celeri): diam. ruote motrici $D = 1^m,80 \div 2^m,10$; diam. cilindri $d = 0^m,38 \div 0^m,42$; superf. riscaldata $S = 80 \div 105$ mq.; peso macch. in servizio $P = 20 \div 27$ tonn.

Due sale accoppiate e una portante (convogli celeri): $D = 1^m,80 \div 2^m$; $d = 0^m,40 \div 0^m,45$; $S = 110 \div 120$ mq.; $P = 35 \div 40$ tonn.

Due sale accoppiate e una portante (convogli viaggiatori): $D = 1^m,50$ a $1^m,80$; $d = 0^m,40 \div 0^m,45$; $S = 100 \div 110$ mq.; $P = 28 \div 35$ tonn.

Tre sale accoppiate (convogli misti e merci): $D = 1^m,20 \div 1^m,50$; $d = 0^m,43 \div 0^m,48$; $S = 110 \div 140$ mq.; $P = 32 \div 38$ tonn.

Quattro sale accoppiate (convogli merci e forti pendenze): $D = 1^m,20$ a $1^m,30$; $d = 0^m,50 \div 0^m,60$; $S = 150 \div 180$ mq.; $P = 48 \div 52$ tonn.

c) *Macchine-tender per linee secondarie*: due sale accoppiate e una portante, o 3 sale accoppiate; $D = 0^m,80 \div 1^m,05$; $d = 0^m,28 \div 0^m,35$ (con $0^m,45 \div 0^m,55$ di corsa); $S = 36 \div 65$ mq. (con $80 \div 145$ tubi); peso medio in servizio (con $1,8 \div 3$ mc. di scorta d'acqua): $P = 15 \div 26$ tonn.

d) *Macchine-tender per manovre nelle stazioni:* due o tre sale accoppiate; $D = 1^m,05 \div 1^m,20$; $d = 0^m,35 \div 0^m,40$; $S = 65 \div 75$ mq.; $P = 24 \div 28$ tonn.

e) *Piccole macchine-tender per convogli economici:* due sale accoppiate; $D = 0^m,65 \div 1^m$; $d = 0^m,15 \div 0^m,30$ (con $0^m,30 \div 0^m,50$ di corsa); $S = 10 \div 48$ mq.; peso in servizio $P = 7 \div 18$ tonn.

f) *Carro di scorta* (*tender*). — Capac. delle casse d'acqua $6 \div 10$ mc, di carbone $2 \div 4$ mc. Numero sale $2 \div 3$; lunghezza $5^m,50 \div 7^m$; peso vuoto $8,5 \div 14$ tonn., pieno $15 \div 25$ tonn.

g) *Consumo di combustibile e d'olio.* — Carbone per locomotiva-chilom.: grandi linee $8 \div 10$ kg. (Rete Mediterranea, 1888, $9^k,734$); piccole linee $3 \div 6$ kg. (Parma-Suzzara, 1888, $3^k,743$). — Olio per locom.-km.: Mediterranea, 1888, $0^k,028$; Parma-Suzzara, 1888, $0^k,011$.

h) *Manutenzione.* — Spesa annua per manutenz., riparaz., rinnovamento e pulizia: grandi linee £ $5000 \div 6500$ per macchina; piccole linee £ $2500 \div 4000$.

i) *Durata.* — Una locomotiva può percorrere $150 \div 250$ mila km. prima di richiedere una riparaz. radicale. — Durata probabile $30 \div 20$ anni, con $20 \div 35$ mila km. di percorso annuo (ferrovie italiane, 1887, medio percorso annuo 33838 km.).

166. *Forza di trazione.* — È data dalla formola:

$$F = \frac{p_m \, d^2 \, s}{D} \text{ kg.}$$

p_m pressione media utile nei cilindri in kg. per mq.;
d diametro, s corsa degli stantuffi in m.;
D diametro delle ruote motrici in m.

Si prende d'ordinario $p_m = 0{,}60 \div 0{,}65$ della pressione effettiva p in caldaia. Più precisamente, si calcolerà dapprima la pressione iniziale p_1 nei cilindri colla formola approssimata:

$$p_1 = p - 250\ mu \text{ (kg. per mq.)}$$

m rapporto fra l'area dello stantuffo e l'area della luce d'ammissione; u velocità dello stantuffo in m. al $1''$.

Appross., per $m = 12 \div 15$, $u = 3^m,2 \div 2^m,5$, si potrà ritenere:

$$p_1 = 0{,}9\ p$$

Si determinerà quindi il valore di p_m sia colle formole e le tabelle riportate nel capitolo « Macchine a vapore, » sia colla formola:

$$p_m = p_1\ (0{,}135 \sqrt{100\ e} - 0{,}28)$$

in cui e è il grado d'ammissione. Da essa si hanno i valori seguenti:

Grado d'ammiss. e	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75
Valore di p_m/p_1 ..	0,40	0,46	0,52	0,57	0,62	0,67	0,72	0,77	0,81	0,85	0,89

167. Potere aderente. — Varia fra $^1/_5$ e $^1/_{10}$ del carico sulle ruote motrici e accoppiate, secondo lo stato dell'atmosfera e delle ruotaie. Il potere aderente (calcolato abitualmente a $^1/_7 \div {}^1/_8$) deve essere $\geqq$ della forza di trazione F.

168. Velocità e resistenza dei convogli.

Velocità V in chilometri all'ora: convogli celeri $60 \div 80$ (veloc. corrispond. in m. al $1''$: $v = 16^m,7 \div 22^m$); ordinari da viaggiatori $40 \div 50$ ($v = 11^m \div 14^m$); misti $30 \div 40$ ($v = 8^m,3 \div 11^m$); merci $20 \div 30$ ($v = 5^m,5 \div 8^m,3$); convogli sulle linee secondarie, convogli economici, ecc. $15 \div 25$ ($v = 4^m,16 \div 7^m$).

Resistenza. — 1) Resistenza W_1 d'un convoglio di T tonn. di peso, esclusa la macchina ma compreso il tender, alla velocità di V km. all'ora, in un tronco rettilineo e orizzontale, in kg.:

Per $V = 15 \div 30$ km. ora: $W_1 = (1{,}7 + 0{,}05\ V)\ T$
Per $V = 30 \div 50$ km. ora: $W_1 = (1{,}8 + 0{,}08\ V)\ T + 0{,}009\ S\ V^2$
Per $V = 50 \div 70$ km. ora: $W_1 = (1{,}8 + 0{,}08\ V)\ T + 0{,}006\ S\ V^2$
S = superf. resistente all'aria in mq. (circa 6 mq. per la testa del convoglio + 0,9 mq. per ciascun veicolo successivo).

2) Resistenza W_2 della macchina di M tonn. di peso:

$$W_2 = (a + 0{,}004\ V^2)\ M$$

in cui si prenderà $a = 6$; 8; 12; 18, secondo che la macchina ha una sola sala motrice, oppure 2, 3, 4 sale accoppiate.

3) Resistenza sulle pendenze: 1 kg. per tonn. ogni 1 per 1000 di pendenza. — Resistenza sulle curve di raggio R: circa $\frac{750}{R}$ kg. per tonn.

4) Resistenza al principio del moto: circa $9 \div 10$ kg. per tonn. di convoglio e tender, e $16 \div 20$ per tonn. di macchina.

Per una calcolazione approssimata si potrà ritenere la resistenza di un convoglio in orizzontale (macchina compresa) $= 5$ kg. per tonn. per velocità < 30 km. all'ora; aumentandola di $0^k,25$ per ogni km. di maggior velocità oltre ai 30.

169. Carbone e olio per asse-chilometro. — Carbone per asse utile e per km. $0^k,3 \div 0^k,6$ (Rete mediterranea, 1888, $0^k,451$; Nord Milano $0^k,469$; Torino-Rivoli $0^k,27$). — Olio $0^k,001 \div 0^k,004$.

170. Materiale mobile per chilometro.

Locomotive. Rete mediterranea (1888) 0,23 locomotive per km. di rete. Massimo 0,33 (Torino-Rivoli); minimo 0,087 (ferrovie sarde). Media ferrovie italiane 0,19. — Ferrovie inglesi 0,40; tedesche 0,27.

Carrozze. Mediterranea (1888) 0,83 carrozze per km. Massimo 2,75 (Torino-Rivoli); minimo 0,23 (ferrovie sarde). Media 0,56. — Ferrovie inglesi 0,90; tedesche 0,45.

Carri. Mediterranea (1888) 4,26 carri per km. (massimo); minimo 0,26 (Settimo-Rivarolo). Media 3,15. — Ferrovie inglesi 12; tedesche 4,20.

Composizione dei convogli (ferrovie italiane, 1888). — Medio numero veicoli per convoglio: Rete mediterr. 16,245 (massimo); Torrebelvicino-Arsiero 2,045 (minimo).

171. Lunghezza virtuale. — È la lungh. equivalente, quanto a spesa d'esercizio, alla lungh. effettiva di una linea che presenti pendenze superiori a quelle di una linea ordinaria di pianura.

Metodo Amiot. Secondo Amiot la lungh. l di un tronco di pendenza i per 1000 equivale a una lunghezza virtuale in piano data dalla:

$$l_0 = l + \alpha\, l$$

α è il coeff. di aumento (*maggiorazione*) il cui valore appross. è:

per $i =$	2,5	5	7,5	10	12,5	15	17,5	20	22,5	25	27,5	30
$\alpha =$	0,05	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10

Metodo italiano (Allegato *F* delle Convenzioni ferroviarie del 1885). Sia P il peso del convoglio lordo per ogni unità di peso di convoglio utile, sulla pendenza di i per 1000. Si ammette che sia:

$$P = \frac{120}{120 - 1{,}5\,(i + 6)}.$$

Ritenuto 10 per 1000 il limite delle pendenze per le linee di pianura, si ha per queste il valor massimo di $P = 1{,}25$.

Per avere la lunghezza virtuale di una linea che contenga pendenze > 10, si considerano separatamente tutte le tratte della medesima, sulle quali la composizione del convoglio rimane costante. Per cadauna tratta così determinata si considerano separatam. le diverse livellette (sì in ascesa che in discesa) che la costituiscono, e si calcola il valore di P

per la livelletta massima della tratta. Indi per cadauna livelletta si calcola la lunghezza virtuale l_0 equivalente alla lunghezza effettiva l (che dà cioè la stessa spesa di trasporto per ogni unità di convoglio utile, tenuto conto del movimento nei due sensi) colla:

$$l_0 = \frac{i + 6}{20} Pl = \beta\, Pl.$$

Per questi calcoli serve la seguente tabella:

Valori di P						Valori di β					
i	P	i	P	i	P	i	β	i	β	i	β
10	1,25	**19**	1,45	**28**	1,74	**0 - 10**	0,80	**19**	1,25	**28**	1,70
11	1,27	**20**	1,48	**29**	1,78	**11**	0,85	**20**	1,30	**29**	1,75
12	1,29	**21**	1,51	**30**	1,82	**12**	0,90	**21**	1,35	**30**	1,80
13	1,31	**22**	1,54	**31**	1,86	**13**	0,95	**22**	1,40	**31**	1,85
14	1,33	**23**	1,57	**32**	1,90	**14**	1,00	**23**	1,45	**32**	1,90
15	1,35	**24**	1,60	**33**	1,95	**15**	1,05	**24**	1,50	**33**	1,95
16	1,38	**25**	1,63	**34**	2,00	**16**	1,10	**25**	1,55	**34**	2,00
17	1,40	**26**	1,67	**35**	2,05	**17**	1,15	**26**	1,60	**35**	2,05
18	1,43	**27**	1,70	—	—	**18**	1,20	**27**	1,65	—	—

Esempio. Si debba calcolare la lungh. virtuale di una tratta composta di quattro tronchi di 1000, 2500, 1500, 2000 m. in pendenza di 5, 10, 15, 20 per 1000. — Per la pendenza mass. di 20 per 1000 si ha $P = 1{,}48$ (cioè 1 di convoglio utile, e 0,48 di macchina e tender) con che resta determinata la composizione del convoglio che percorre la tratta. Indi si avrà la lunghezza virtuale della tratta:

$$L_0 = 1{,}48\ (0{,}80 \,.\, 1000 + 0{,}80 \,.\, 2500 + 1{,}05 \,.\, 1500 + 1{,}30 \,.\, 2000) = 10323 \text{ m.}$$

Coi coefficienti di maggiorazione di Amiot si avrebbe all'incirca:

$$L_0 = 7000 + 0{,}10 \,.\, 1000 + 0{,}30 \,.\, 2500 + 0{,}50 \,.\, 1500 + 0{,}70 \,.\, 2000 = 10000 \text{ m.}$$

172. Spese d' impianto e d' esercizio.

Impianto. Medio importo al km. delle ferrovie italiane: ferrovie ordinarie, per la linea £ 276000, pel materiale mobile £ 34000; ferrovie econom. a scartam. ordinario, per la linea £ 100 ÷ 150 mila, pel materiale mobile £ 15 ÷ 18 mila (Milano-Erba, ferrovie venete, ecc.).

Esercizio. Rapporto fra la spesa d'esercizio e il prodotto lordo: varia fra 0,55 e 0,65 (Rete mediterranea, 1887-88, 0,65; Milano-Erba 0,59).

Secondo l'Alleg. *F* delle Convenzioni, la spesa d'esercizio per una linea di L km., di prodotto lordo p, con pendenze non $>$ 10 per 1000, percorsa da convogli di composizione normale, si ritiene data dalla:

$$S = 3000\ L + 0{,}50\ p.$$

Se la linea ha pendenze > 10, e la composiz. dei convogli è regolata, per le sue diverse tratte, dalla massima pendenza che ciascuna di esse presenta, si applicherà la stessa formola, surrogando la lunghezza virtuale alla lunghezza effettiva.

173. Tariffe (Convenzioni ferroviarie del 1885).

Viaggiatori. Tariffa per persona-chilometro:

Convogli omnibus e misti..:	1ª cl. £ 0,10	2ª cl. £ 0,07	3ª cl. £ 0,045
Convogli diretti ....:	» » 0,11	» » 0,077	» » 0,05
Convogli direttissimi.....:	» » 0,12	» » —	» » —

Merci. Merci a gran velocità e bagagli, £ 0,40 per tonn.-km. Merci a piccola velocità £ 0,16 a £ 0,05 per tonn.-km., secondo la classe, oltre un diritto fisso di £ 2 a £ 1,20. Carri completi £ 0,30 al km. se semplici, £ 0,35 se a bilico, fino a 8 tonn.; e $^1/_8$ di più per ogni tonn. di maggior portata.

E. Tramvie

174. Armamento.

Linee di città. — Le ruotaie più in uso oggi sono quelle del sistema Phoenix, a suola con fungo a canale. Ruotaie lunghe 9, 10, o 12 m.; si posano sopra traverse metalliche, od anche direttam. sul terreno con tiranti di collegamento. Uno dei tipi più leggeri ha una suola di 110^{mm}, un fungo di 79^{mm} e un'altezza di 100^{mm}; peso della ruotaia 24^k al m.; peso dell'armamento completo con tiranti, ma senza traverse, $51^k,89$ per m. corr. Uno dei tipi più pesanti ha una suola di 120^{mm}, un fungo di 115^{mm} e un'altezza di 157^{mm}; peso della ruotaia $42^k,50$ al m., dell'armamento completo come sopra $94^k,50$ al m. corrente.

Linee esterne. — Ruotaie ordinarie di $14 \div 25$ kg., lunghe $6^m \div 9^m$; traversine di $10 \times 15 \div 12 \times 18$ centim., lunghe $2^m,10 \div 2^m,25$, distanti $0^m,70 \div 0^m,85$. Massicciata ommessa, o ridotta a $0^m,10$ se il binario è collocato su una strada carrettiera esistente; di $0^m,30$ almeno se ha sede propria. — Peso totale dell'armamento metallico, per ruotaie di $15 \div 25$ kg., $32 \div 51$ kg. al m. corr. di binario. — Largh. della sede stradale, per binario normale di $1^m,445$ fra le ruotaie, 3^m lungo il ciglio delle strade carrettiere (di cui $0^m,90$ verso il ciglio, e $0^m,45$ verso i paracarri); $3^m,50 \div 4^m,50$ se in sede propria.

175. Curve e pendenze. — Minimo raggio delle curve 50^m, ed eccezionalmente 40^m e persino 25^m nell'interno degli abitati. Pendenze massime 35 ‰, ed eccezionalm. e solo per piccole tratte sino a 50 ‰.

176. Materiale mobile. — Largh. esterna $2^m,10 \div 2^m,20$.

Carrozzoni per linee di città: peso 2400 kg. per 44 persone con imperiale, $1800 \div 2000$ kg. per 32 persone senza imperiale; carrozzoni estivi (giardiniere) $1500 \div 1600$ kg. per $40 \div 48$ persone.

Carrozze per linee esterne: peso $5000 \div 6000$ kg. per $36 \div 52$ persone; carri $2000 \div 3000$ kg. per un carico netto di $4000 \div 5000$.

Macchine. — Macchine a 2 sale accoppiate, distanti $1^m,40 \div 1^m,50$; lunghezza totale $3^m,90 \div 4^m,20$; larghezza massima $2^m,10 \div 2^m,20$; altezza $3^m,20$; pressione normale $10 \div 12$, massima 15 atmosf.; diametro caldaia $0^m,70 \div 0^m,85$; sua lunghezza $2^m \div 2^m,50$. — Senza condensazione, oppure con condensazione parziale ad acqua (250 ÷ 500 litri di acqua condensante all'ora) o con condensazione mista ad acqua e ad aria (10 ÷ 30 mq. di superficie condensante esposta all'aria; 1 mq. di condensatore ad aria condensa almeno 2,5 ÷ 3,5 kg. vapore all'ora).

Tipi principali (secondo il traffico) come nella seguente tabella (macchine dell'officina Elvetica di Milano):

Diam. cilindri	Corsa	Diam. ruote	Superf. riscaldata			N. tubi	Area grigl.	Scorta acqua	Peso in serv.
			focol.	tubi	totale				
m.	m.	m.	mq.	mq.	mq.		mq.	mc.	kg.
0,16	0,30	0,65	1,50	8,50	10,00	62	0,30	0,600	6500
0,18	0,30	0,70	1,80	11,20	13,00	78	0,40	1,000	7600
0,22	0,30	0,70	2,65	19,80	22,45	117	0,45	1,200	11000

Forza di trazione e aderenza come ai N.i ***166***, ***167***.

Convogli composti di 3 ÷ 5 veicoli, oltre la macchina, su linee di pianura; 2 ÷ 3 veicoli su rampe di 25 ÷ 30 ‰.

Consumo di combustibile: per macchina-chilometro 2,5 ÷ 4 kg.; per asse viaggiante-km. 0,30 ÷ 0,40 kg. in media.

177. Velocità e resistenza dei convogli.

Velocità in città 9 ÷ 12 chilometri all'ora; linee esterne a cavalli 12 a 15 km., a vapore o elettriche 15 ÷ 18 km.

Resistenza alla trazione. — Per ruotaie a canale, 9 ÷ 12 kg. per tonnellata in tronchi orizzontali e rettilinei, 13 ÷ 14 kg. tenuto conto delle curve. Un cavallo può tirare al trotto un carico di 2800 fino a 3500 kg. (veicolo compreso) facendo 25 ÷ 30 km. al giorno. — Per ruotaie ordinarie, resistenza 7,5 ÷ 8 kg. per tonn., macchina compresa, in tronchi orizzontali e rettilinei, colla velocità di 15 ÷ 18 km. all'ora. La macchina sola offre una resistenza di 12 ÷ 15 kg. per tonn.

Resistenza sulle pendenze: 1 kg. per tonn. ogni 1 ‰ di pendenza. — Resistenza alla partenza, almeno il doppio di quella durante il moto.

178. Spese d'impianto e d'esercizio.

Spese d'impianto. — *a*) Linee interne a cavalli, £ 20 ÷ 25 mila al km. per il materiale fisso, e £ 8 ÷ 20 mila pel materiale mobile.

b) Linee esterne a vapore. Si possono ritenere come limiti le cifre seguenti:

Tramvie collocate intieramente sulle strade pubbliche, con ruotaie di 15 kg.: £ 20000 al km. per la costruzione e il materiale fisso, £ 7000 pel materiale mobile.

Tramvie o ferrovie economiche parte su strade pubbliche e parte in sede propria, con ruotaie di 20 kg.: £ 40000 ÷ 60000 per la costruzione e il materiale fisso, £ 10000 ÷ 15000 pel materiale mobile.

Spese d'esercizio = 65 ÷ 80 % dell'introito lordo; in media 70 %.

Materiale mobile per km. di linea. — *a*) Linee interne: carrozzoni 2 a 5 per km. — *b*) Linee esterne a vapore: macchine, da 0,19 a 0,29 per km.; carrozze 0,7 ÷ 1; carri per merci e bagagli 0,225 ÷ 0,4.

Durata delle macchine 12 ÷ 15 anni; delle carrozze 18 ÷ 20; dei carri da merci 22 ÷ 24.

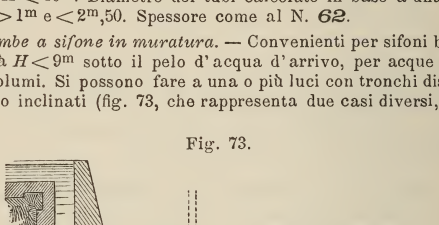
8. COSTRUZIONI IDRAULICHE

179. Tombe a sifone.

1) *Sifoni a tubi.* — Convenienti per sifoni lunghi, per grandi profondità H sotto il livello d'arrivo, per acque limpide e non grandi volumi. Tubi di ghisa o di ferro; e anche di cemento, per diam. $< 0^m,50$ e carichi $H < 10^m$. Diametro dei tubi calcolato in base a una velocità media $V > 1^m$ e $< 2^m,50$. Spessore come al N. **62**.

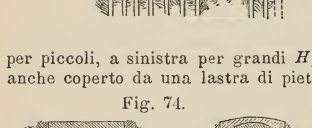
2) *Tombe a sifone in muratura.* — Convenienti per sifoni brevi, per profondità $H < 9^m$ sotto il pelo d'arrivo, per acque torbide e grandi volumi. Si possono fare a una o più luci con tronchi discendenti verticali o inclinati (fig. 73, che rappresenta due casi diversi, a destra

Fig. 73.



per piccoli, a sinistra per grandi H) col tronco orizzontale a vôlta, o anche coperto da una lastra di pietra se $H < 2^m$ (fig. 74). La sezione si calcola in base a un valore di V sempre $< 2^m,50$, ma in modo che non risulti $< 0^m,70 \times 0^m,50$ se si vuole ammettere la possibilità dello spurgo.

Fig. 74.



La pressione dell'acqua dal basso all'alto sul cielo della tomba è = 1000 H kg. per mq., mentre la pressione dall'alto al basso è = 2000 s + 1500 a kg. per mq., in cui:

s = spessore della vôlta in chiave = $0,^m35 \div 0^m,75$ = in generale $^1/_4$ dell'ampiezza l della luce;

a = altezza del terrapieno m al disopra della vôlta, che deve essere almeno $0^m,40$ se la tomba sottopassa a una strada ordinaria, e almeno $0^m,75$ se sottopassa a una ferrovia. Pel sottopassaggio di un canale può anche essere $a = o$.

Per la stabilità deve essere:

$$2000\ s + 1500\ a \geqq 1333\ H$$

o all'incirca:

$$a \geqq 8\ h - 4\ s$$

essendo h l'altezza del pelo d'acqua d'arrivo sul piano m del terrapieno.

Se da questa formola risulta un valore di a troppo grande per potersi adottare, si assumerà un valore $a_1 < a$; ma allora bisogna assicurare la vôlta contro il sollevamento mediante fasciature accavallate all'estradosso e ancorate ai piedritti o al fondo, poste a $1^m \div 2^m,50$ di distanza e calcolate per resistere a una forza di trazione di:

$$[1333\ H - (2000\ s + 1500\ a_1)]\ l \quad \text{kg. per m. corr. di tomba.}$$

Pei piedritti vedi N. **143**; pei muri di sostegno m (fig. 73) si può prendere lo spessore al piede = circa $0,4\ H$ se la larghezza del canale d'imbocco è $< 3^m$; per larghezze maggiori vedi il N. seguente.

3) *Perdita di carico*, o dislivello prodotto da un sifone. — Si calcola come pei tubi e condotti forzati (N.i **57-59**), tenendo conto anche della perdita $\frac{V^2}{2g}$ all'imbocco, dovuta alla velocità V.

180. *Muri di sostegno dell'acqua.*

Sia: H l'altezza dell'acqua sul fondo;
a il *franco*, o maggiore altezza del muro al disopra del pelo d'acqua, da prendersi in ogni caso non $> 0,1\ H$, e non $< 0^m,40$;
$H_1 = H + a$ l'altezza del muro sul fondo;
b lo spessore del muro alla cresta.

1° *Caso.* Muri di meno di 7^m altezza (formole del prof. Paladini). Si distingueranno due classi di muri:

Classe A: muri permanentemente spinti dall'acqua (muri lungo mare, laghi, canali, camere di turbine, ecc.).

Classe B: muri spinti a intermittenza (per serbatoi di riserva, camere di sostegni o chiuse, sponde di fiumi, ecc.).

a) Per muri di spessore costante (caso di muri fra due bacini alternativamente pieni) si prenderà lo spessore b:

$$\text{Cl. A:}\quad b = 0,44\ H_1; \qquad \text{Cl. B:}\quad b = 0,70\ H_1$$

b) Muri a parete interna verticale, e a scarpa esterna:

$$b \text{ non} > \frac{H_1}{3},\ \text{e non} < 0^m,45, \text{ per ambedue le classi.}$$

Piede s della scarpa (a profilo rettilineo):

Cl. A: $s = 0{,}04\,H_1 - 1{,}5\,b + \sqrt{\{0{,}75\,b^2 + 0{,}25\,H_1^2\}}$;
approssimatamente $s = 0{,}74\,H_1 - 2\,b$

Cl. B: $s = -0{,}75\,b + \sqrt{\{0{,}43\,b^2 + 0{,}50\,H_1^2\}}$;
approssimatamente $s = H_1 - 2\,b$

c) Muri con scarpa interna ed esterna (a profilo rettilineo):

b come sopra (caso *b*) per ambedue le classi;

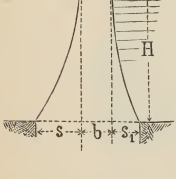
Piede s_1 della scarpa interna: $s_1 = 0{,}1\,H_1 \div 0{,}2\,H_1$; in media $0{,}15\,H_1$;
Piede s della scarpa esterna:

Cl. A: $s = {}^1/_2 \left[0{,}07\,H_1 - 2{,}25\,s_1 - 3\,b + \sqrt{\{s_1^2 + H_1^2 + 4{,}5\,b s_1 + 3\,b^2\}} \right]$
e approssimatamente: $s = 0{,}66\,H_1 - 2\,b - s_1$

Cl. B: $s = {}^1/_2 \left[-3\,b - 2\,s_1 + \sqrt{\{2\,s_1^2 + 2\,H_1^2 + 8\,b s_1 - 7\,b^2\}} \right]$
e approssimatamente: $s = 0{,}84\,H_1 - 2\,b - s_1$

2° *Caso.* Muri di altezza maggiore. — Si adotterà il tipo della fig. 75 (tipo Krantz) con scarpe interna ed esterna formate cadauna da un arco di circolo avente il centro sulla orizzontale del polo d'acqua, e colle dimensioni seguenti:

Fig. 75.



$a = 0{,}1\,H$; $b = 1{,}5 + 0{,}1\,H$; $s = 0{,}15\,H + 0{,}01\,H^2$;
$s_1 = 0{,}2\,H$; d'onde la tabella che segue:

H	5^m	$7^m{,}5$	10^m	15^m	20^m	25^m	30^m	35^m
	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.
b	2	2,25	2,5	3	3,5	4	4,5	5
s	1	1,75	2,5	4,5	7	10	13,5	17,5
s_1	1	1,5	2	3	4	5	6	7
a	0,5	0,75	1	1,5	2	2,5	3	3,5

In ambo i casi, si suppone l'impiego di materiali scelti (mattoni o pietrame con malta idraulica) e un'esecuzione eccezionalm. accurata.

Se dalla parte opposta all'acqua esiste un terrapieno, non se ne terrà conto, a meno che non richiedesse un muro più resistente di quello calcolato per l'acqua (vedi N. ***136***).

Disposizione icnografica, pei muri di sbarramento, un arco di circolo impostato nelle sponde colla convessità rivolta a monte.

181. Dighe e argini in terra. — Larghezza superiore d'ordinario = all'altezza, ma giammai $< 2^m{,}50$. Altezza del ciglio sul più alto livello dell'acqua non $< 0^m{,}60$ per gli argini, non $< 1^m{,}50$ per le dighe destinate a far trattenuta in un serbatoio. Scarpa interna 2 di base su 1 di altezza per terre argillose, 3: 1 per terre sabbiose; scarpa esterna secondo l'inclinazione naturale della terra, o in media 1,5: 1.

Nel determinare l'altezza si avrà riguardo alla circostanza che dopo l'assettamento della terra essa si riduce a circa $^7/_8$ di quella assegnata all'atto della costruzione.

182. Traverse. — Traverse in muratura. — Larghezza della soglia $= 0{,}75 \div 0{,}80$ dell'altezza della traversa; scarpa a monte $0{,}5 \div 1$ di base su 1 di altezza; scarpa a valle $2 \div 5$ di base su 1 di altezza, con profilo rettilineo, curvilineo, o a scaglioni. Soglia leggermente inclinata verso l'incile del canale derivatore. Disposizione icnografica una retta formante angolo acuto colla sponda sulla quale trovasi l'incile, o un arco colla convessità rivolta a monte. — Si osservi che nel caso di stramazzi come quelli indicati in *d*, pag. 75, bisogna aver riguardo (prof. Paladini) alla press. sotto la vena, la quale può essere minore della press. atmosferica di una quantità rappresentata da una colonna d'acqua $= 2{,}2\ h$ (*h* altezza dello stramazzo). — Fondazione incassata nel fondo, nella roccia o con paratie. Scogliere a monte e a valle.

Traverse in legname. — Proporzioni come sopra. Soglia e scarpe della traversa sostenute da palafitte formate con pali di $0^m{,}20 \div 0^m{,}35$ di riquadratura, distanti $0^m{,}50 \div 1^m$ e disposti in file distanti $1^m \div 1^m{,}50$ l'una dall'altra, con riempimento di fascine, gabbioni o pietrame. Profondità a cui i pali si debbono infiggere = almeno alla loro altezza libera. Correnti per collegare le teste di pali di cadauna fila, di $0^m{,}20$ a $0^m{,}30$ di riquadratura; rivestimento di tavole di $80 \div 100$ mm. di spessore. Scogliere a monte e a valle. Fondazioni, palafitte e scogliere sempre più profonde ed estese a valle che a monte.

183. Bocca magistrale milanese. — Incile con paratoia a battente, larghezza $= 0^m{,}149\ n$ (*n* portata della bocca in oncie milanesi, N. ***73***). Tromba coperta, larga $0^m{,}149\ n + 0^m{,}40$, lunga $5^m{,}95$ al massimo, col fondo sia orizzontale all'altezza della soglia dell'incile, sia acclive di $0^m{,}397$, e coll'imboccatura limitata superiormente da un lato orizzontale a un'altezza di $0^m{,}595$ sulla soglia dell'incile, a cui segue il cielo morto alto $0^m{,}694$ sulla soglia medesima. Modulo all'estremità della tromba coperta, con un'altezza di $0^m{,}198$ e una larghezza di $0^m{,}149\ n$, col lato inferiore elevato di $0^m{,}397$ sulla soglia dell'incile, intagliato in una lastra grossa $0^m{,}149$. Tromba scoperta, col fondo depresso $0^m{,}05$ sotto il lato inferiore del modulo e declive di altrettanto sulla sua lunghezza, che è di $5^m{,}35$, con sponde distanti $0^m{,}10$ dai lati del modulo e divergenti di altrettanto sulla lunghezza.

Portata in litri al $1''$ per ogni oncia, in una bocca di *n* oncie, approssimatamente $= 33{,}67 + 1{,}33\ n$ (vedi N. ***73***).

9. EDIFICI CIVILI E RURALI

184. Case d'abitazione.

Altezze dei piani (da pavimento a pavimento): $4^m{,}30 \div 7^m$ pel piano terreno, diminuendo fino a $3^m{,}60 \div 4^m{,}70$ per l'ultimo piano. Ammezzati $2^m{,}80 \div 3^m{,}50$. Grossezza d'un solaio ordinario, compreso pavimento e soffitto, $0^m{,}40 \div 0^m{,}50$.

Porte. — Porte maestre da carrozza: larghezza $2^m,70 \div 3^m,20$, altezza $3^m,50 \div 4^m,50$; porte ordinarie: larghezza $1^m,30 \div 1^m,80$, altezza $2^m,50 \div 3^m,50$. — Porte da botteghe $1^m,80 \div 3^m,00 \times 2^m,70 \div 4^m,50$. — Porte interne $0^m,75 \div 1^m,50 \times 1^m,90 \div 2^m,50$.

Finestre. — Larghezza $0^m,70 \div 1^m,50$; rapporto ordinario fra l'altezza e la larghezza $= 1 \div 2$; per gli ammezzati anche $^2/_3 \div 1$. — Davanzale alto $0^m,80 \div 1^m,10$; per finestre al piano terreno con persiane aprentisi all'esterno, almeno $1^m,95$.

Balconi. — Mensole incastrate almeno $0^m,40$, distanza mass. 3^m; parapetto alto $0^m,90 \div 1^m$; altezza del balcone sulla strada almeno $4^m,20$.

Scale. — Larghezza: scale di servizio $0^m,65 \div 0^m,90$, ordinarie $0^m,90$ a $1^m,20$, scaloni $1^m,50 \div 2^m$; scale a chiocciola, diametro $1^m,20 \div 1^m,60$. — Alzata, al minimo $0^m,14$, al massimo $0^m,20$, ordinaria $0^m,15 \div 0^m,17$; pedata $= 0^m,46$ meno l'alzata. — Incastramento nel muro, per scalini incastrati, $^1/_5$ della lunghezza. — Pianerottoli: mensole e parapetto come pei balconi.

Camere d'abitazione. — Sala da pranzo: larghezza minima 4^m; spazio occupato da una tavola e convitati, larghezza almeno $2^m,20$, lunghezza $0^m,60 \div 0^m,75$ per coppia di convitati. — Camera da letto: a un letto, almeno $3^m \times 4^m$, a due letti $4^m \times 5^m$; dimensioni d'un letto $0^m,90 \div 1^m,15 \times 1^m,95 \div 2^m,10$. — Sala da bigliardo: almeno $5^m \times 6^m,50$; dimensioni d'un bigliardo $1^m,80 \times 3^m,20$. — Saloni: proporzioni migliori fra l'altezza, la larghezza e la lunghezza $= 2 : 3 : 4$. — Bagno: stanzino almeno $1^m,60 \times 3^m,20$; tinozza $1^m,60 \div 1^m,10 \times 0^m,65$, profondità $0^m,50 \div 0^m,60$; acqua per un bagno $250 \div 300$ litri.

Cortili. — Per il giro d'una carrozza, almeno 8^m di lato.

Stalla da cavalli. — Posta per un cavallo $1^m,40 \div 2^m \times 1^m,75 \div 3^m$; box $3^m \div 5^m \times 3^m \div 5^m$. — Larghezza della stalla: stalla semplice almeno 5^m; doppia con due corsie, cavalli testa a testa, 10^m; doppia con corsia centrale, cavalli groppa a groppa, $8^m,50$. — Altezza almeno $3^m,50$ a 4^m. Capacità d'una stalla almeno 35 mc. per cavallo, meglio $35 \div 55$ mc. — Porte di almeno $1^m,50 \times 2^m,40$; finestre di almeno $1^m,20 \times 1^m,50$ con davanzale alto almeno $1^m,60$. — Greppia a $1^m,10 \div 1^m,20$ dal pavimento; rastrelliera alta $0^m,60 \div 0^m,70$, coll'orlo superiore a $1^m,10$ sopra la greppia. — Letamaio, capacità $3 \div 4$ mc. per cavallo. — Fienile, vedi N. **186**.

Rimessa. — Dimensioni d'una carrozza: lunghezza senza timone $3^m \div 4^m$; col timone 6^m; larghezza $1^m,80 \div 2^m$; altezza $2^m,50 \div 2^m,70$. — Porta da rimessa $2^m,20 \div 2^m,75 \times 2^m,75 \div 3^m$.

Tubi di scarico. — Per le acque pluviali: tubi di $0^m,10 \div 0^m,16$ di diametro; un tubo per $50 \div 70$ mq. di superficie di tetto. — Tubi di scarico delle ritirate: diametro $0^m,15 \div 0^m,25$, pendenza non $< 45°$; tubi degli acquai, diametro $0^m,10 \div 0^m,15$. — Condotti sotterranei di fognatura, pendenze come al N. **65**.

Pozzi. — Pozzi ordinari, diametro interno $0^m,90$, spessore del muro $0^m,30$, profondità 2^m sotto il livello dell'acqua; pozzi trivellati (da adottarsi quando il livello è a più di 9^m dal suolo) diametro ordinario $0^m,40 \div 0^m,50$.

Trombe. — Diam. del cilindro $0^m,07 \div 0^m,12$, corsa $0^m,30 \div 0^m,40$; diametro dei tubi $0^m,03 \div 0^m,05$; portata $1^{mc},6 \div 3^{mc},6$ all'ora.

Cloache. — Dimens. minima in tutti i sensi 2^m; muri di $0^m,45 \div 0^m,60$; vôlta di $0^m,30 \div 0^m,45$ in chiave. — Capacità, vuotandole due volte all'anno, $0^{mc},50$ per individuo. — Distanza minima dai pozzi 4^m (Regolam. municipale milanese), dai muri divisori 2^m (art. 573 Cod. civile).

Parafulmini. — Raggio d'azione = al doppio dell'altezza dal suolo.

185. *Edifici pubblici.*

Scuole. — Area minima complessiva delle aule per allievo: scuole primarie da ragazzi almeno 0,75, meglio $0,80 \div 0,90$ mq.; scuole industriali $0,90 \div 1,20$ mq.; scuole d'adulti $1,20 \div 1,50$ mq.; scuole di disegno $1,50 \div 1,80$ mq.; sale di riunione e d'esame 0,60 mq.; sale di ginnastica $2,50 \div 3,50$ mq. — Lunghezza di banco per allievo almeno $0^m,60 \div 0^m,65$.

Sale di riunione. — Sale per concerti, conferenze, ecc.: area complessiva per individuo: se tutti seduti, almeno 0,50, meglio 0,60 mq.; se parte in piedi, almeno 0,40 mq. Sale per pranzi almeno 0,90, meglio $1 \div 1,50$ mq. Platee da teatri: area, dedotti i passaggi principali: almeno 0,40, meglio 0,50 mq. per individuo; larghezza sedili almeno $0^m,5 \div 0^m,6$; loro distanza almeno $0^m,7 \div 0^m,8$.

Ospitali. — Area complessiva della pianta per ogni letto: piccoli ospitali 200, grandi $150 \div 160$ mq. circa. Capacità degli ambienti per letto: almeno 35, meglio $40 \div 50$ mc.; per contagiosi, sale chirurgiche, ecc. almeno $50 \div 60$ mc. Larghezza dei locali per 2 file di letti, $7^m,50 \div 8^m$; distanza fra i letti almeno 1^m; area complessiva di cadaun locale, passaggi compresi, almeno $7 \div 10$ mq. per letto; altezza $4^m \div 5^m$.

186. *Case coloniche.*

Aje. — Superficie dell'aia almeno $8^{mq},50$ per ettolitro di grano da battere e soleggiare. — Portico dell'aja $3^{mq},6$ per ettolitro frumento, $0^{mq},6$ per ettolitro grano turco raccolto. — Area per la trebbiatura a macchina $30 \div 40$ mq.

Granaio. — Altezza $2^m \div 2^m,50$; spessore del grano $0^m,50 \div 0^m,60$, del risone 1^m; sopraccarico del solaio o della vôlta 500 kg. per mq.

Bigattaja. — Dimensioni delle tavole $0^m,80 \div 0^m,90 \times 2^m,40 \div 3^m,60$ — Per un'oncia di seme ($0^k,0267$) occorrono 50^{mq} di tavole. — Altezza della tavola inferiore dal pavimento $0^m,70 \div 1^m$; distanza fra le successive tavole sovrapposte almeno $0^m,40 \div 0^m,50$; passaggio libero fra i castelli di tavole $1^m \div 1^m,50$.

Tinaio. — 100^k uva danno ettolitri $0,50 \div 0,70$ di vino. — Posto dello strettoio almeno $3^m \times 3^m$: capacità dei tini di fabbricazione per ogni ettolitro di vino, $0^{mc},15$; loro altezza $2^m \div 2^m,50$.

Stalle. — Da cavalli, vedi N. **184**. — Da bovini: posta $1^m,25$ a $1^m,50 \times 2^m,80 \div 3^m,50$. — Stalla semplice, larghezza $4^m \div 4^m,50$; doppia, sia groppa a groppa con corsie laterali di 1^m, sia testa a testa con corsia centrale di 2^m. Altezza $3^m \div 4^m$; capacità per bestia non $< 20^{mc} \div 24^{mc}$. — Porte di almeno $1^m,20$ di larghezza. — Per barchi e barchi-stalle, posta, corsia e altezze alquanto maggiori.

Ovile. — Posta $0^m,50 \times 2^m$; larghezza almeno 2^m per fila.

Fienile. — Altezza del fieno $2^m,50 \div 3^m$; sopraccarico del solaio o della vôlta $300 \div 400$ kg. per mq.

Concimaie. — Superficie $6 \div 10$ mq. per testa di grosso bestiame; $1,50 \div 2,50$ mq. per testa di bestiame minuto.

187. Proporzioni architettoniche.

a) Proporzioni principali degli ordini d'architettura. — (Tutte le dimensioni sono espresse con un multiplo del diametro della colonna al piede; gli aggetti si intendono dall'asse della colonna).

Parti dell'ordine		Dorico greco	Dorico romano	Jonico	Corintio
Trabeaz.	Altezza della cornice.	0,45 - 0,50	0,60 - 0,75	0,63 - 0,90	0,80 - 1,00
	Suo aggetto	0,85 - 1,00	1,20 - 1,40	1,20 - 1,40	1,30 - 1,50
	Altezza del fregio.....	0,60 - 0,80	0,75	0,63 - 0,75	0,70 - 0,75
	Altezza dell'architr...	0,70 - 0,80	0,50	0,63 - 0,75	0,70 - 0,75
Colonna	Altezza del fusto.....	4,00 - 5,10	6,90 - 7,20	8,00 - 8,20	8,00 - 8,50
	Suo diam. alla somm.	0,70 - 0,80	0,80 - 0,83	0,83	0,83 - 0,85
	Altezza del capitello..	0,40 - 0,50	0,50	0,35 - 0,50	1,00 - 1,15
	Suo aggetto...	0,55 - 0,60	0,60 - 0,65	0,70 - 0,75	0,70 - 0,75
	Altezza della base.....	—	0,50	0,45 - 0,54	0,50 - 0,60
	Suo aggetto.....	—	0,70	0,70	0,70
Altezza del piedestallo	cornice ..	—	0,25	0,20	0,39
	dado	—	2,00	2,45	2,60
	base.....	—	0,42	0,28	0,84
Altezza totale dell'ordine		—	12,45 - 13,20	13,70 - 14,65	15,00 - 16,05
Altezza senza piedestallo		6,15 - 7,70	9,80 - 10,50	10,70 - 11,65	11,70 - 12,75

b) Arcate. — Arcate a colonne: rapporto fra l'altezza e l'ampiezza del vano $= 1,8 \div 2,1$; larghezza dell'archivolto e dei piedritti $= 1/5$ diametro della colonna: spazio fra l'archivolto e l'architrave non $> 1/2$ diametro colonna. Arcate con colonne binate: distanza fra gli assi delle colonne binate $= 1/2 \div 1/3$ della distanza fra gli assi delle colonne laterali dell'arco. — Arcate a pilastri: altezza del vano $= 1,5 \div 2$, largh. dei pilastri $= 0,5 \div 0,3$ dell'ampiezza del vano. — Larghezza del portico almeno = all'ampiezza dell'arcata.

c) Corniciatura degli edifici. — Cornice semplice: altezza $= 1/17 \div 1/20$ dell'altezza totale dell'edificio (cornice compresa); suo aggetto dal piano del muro = in media all'altezza. — Trabeazione completa, con architrave, fregio e cornice: altezza $= 1/10 \div 1/14$ dell'altezza dell'edificio. — Trabeazione completa con finestre nel fregio: altezza $= 2/13 \div 1/8$ dell'altezza dell'edificio.

d) Rapporto fra le altezze dei piani. — Assunta come unità l'altezza del pian terreno (compreso l'ammezzato, se esiste), conviene che le altezze del 1° e successivi piani stieno come: $0,7 \div 0,8 : 0,6 \div 0,7 : 0,55$ a $0,65 : 0,5 \div 0,6$.

10. EDIFICI INDUSTRIALI

188. Opifici a più piani. — La disposizione a più piani è da preferirsi per tutte le industrie in cui non si impiegano macchine molto pesanti o che dieno scosse, oppure in quelle in cui simili macchine

si possono installare al piano terreno (filature di ogni genere, mulini, cartiere, ecc.).

Il fabbricato consta di 4 muri d'ambito (loro spessore, vedi N. ***134***) con linee intermedie di colonne di ghisa. Il tetto può essere a due ali con un'ampiezza eguale alla larghezza del fabbricato, se questa non è molto grande; in caso contrario si divide in tante campate longitudinali o trasversali, quante corrispondono agli intercolonni trasversali o longitudinali. Scarico delle pluviali come al N. ***184***. Se si tratta di tetti a più campate e la lunghezza del tetto non è $>50^m$, si fanno scaricare i canali alle due estremità con un punto culminante a metà lunghezza, altrimenti si mettono dei tubi di scarico intermedi.

Massima larghezza del fabbricato perchè non vi sia difetto di luce $34^m \div 35^m$; meglio non eccedere $30^m \div 32^m$.

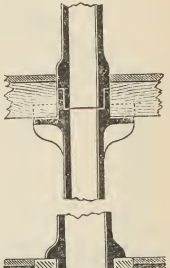
Larghezza delle campate $4^m,50 \div 6^m,50$; intercolonnio (sulle linee longitudinali di colonne) $3^m \div 3^m,50$.

Altezza dei piani, da pavimento a pavimento: deve esser tanto $>$ quanto più largo è il fabbricato, in causa della luce. D'ordinario si prende pel pian terreno $4^m,5 \div 5^m$; 1° e successivi piani $4^m,5 \div 3^m,5$. Per opifici di filatura larghi 30^m e più, l'altezza non deve esser $<$ $4^m,80 \div 5^m$ per tutti i piani.

Finestre: larghezza almeno $1^m,20 \div 1^m,50$; altezza la massima disponibile secondo l'altezza dei locali.

Colonne. — Le colonne devono (fig. 76) incastrarsi l'una nell'altra, formando una colonna sola fino al tetto; i travi maestri si impostano in scatole venute di getto col capitello. Il diametro di una colonna alla sommità è eguale al diametro alla base della colonna superiore. Per i carichi di cui si dirà più sotto, si danno alle colonne le seguenti dimensioni (alla base):

Fig. 76.



Piano	Diametro esterno	Spessore
terreno	180 ÷ 200 mm.	20 ÷ 24 mm.
1°	160 ÷ 180 »	18 ÷ 20 »
2°	140 ÷ 160 »	16 ÷ 18 »
3°	120 ÷ 140 »	14 ÷ 16 »
4°	100 ÷ 120 »	12 ÷ 14 »

Scala e locali accessori e di servizio ad una o ad ambe le estremità del fabbricato principale. Ritirate messe all'esterno e comunicanti colle sale per mezzo di ponticelli.

Trasmissioni lungo i muri e le linee delle colonne (da rinforzarsi gli uni e le altre se si tratta di trasmissioni principali o assai pesanti: vedi N. ***134***).

Solai (i seguenti dati si riferiscono alle filature di cotone, ma possono servir di norma per le filature in genere e per opifici analoghi, in cui il carico accidentale per mq. non superi $270 \div 300$ kg.):

Solai di legno. — Travi maestri (sulle file trasversali di colonne) sezione da $0^m,35 \times 0^m,175$ a $0^m,42 \times 0^m,21$ secondo l'ampiezza delle campate. Travicelli da $0^m,17 \times 0^m,065$ a $0^m,20 \times 0^m,075$ secondo l'interco-

lonnio, posti a $0^m,40$ di distanza da centro a centro. Pavimento con tavole semplici o doppie (incrociate) dello spess. compless. di $40 \div 50$ mm. I travi che portano trasmissione ricevono un aumento di sezione corrispondente. — Peso proprio di questi solai $150 \div 200$ kg. al mq.

Solai incombustibili. — Travi maestri a $\perp$ di ferro o ghisa sulle file trasversali di colonne. Vôlte impostate sui travi maestri, spessore all'imposta $0^m,25$, in chiave $0^m,125$, saetta non $< 1/_{12}$ della corda. — Tiranti di ferro per le vôlte a $1^m \div 1^m,5$ di distanza. Peso proprio del solaio $250 \div 300$ kg. al mq.

189. Capannoni (Rez-de-chaussée, Sheds). — Si preferiscono in caso di macchine pesanti o che dan scosse, quindi specialmente per tesserie, e anche per filature con macchine pesanti, o con Throstles.

Disposizione in pianta come pel sistema precedente. Altezza all'imposta del tetto $3^m,50 \div 4^m,50$; muri di 4 e anche di 3 teste.

Colonne di $0^m,13 \div 0^m,14$ di diam. esterno alla base e $0^m,11 \div 0^m,12$ alla sommità; spessore $14 \div 18$ mm. secondo l'altezza.

Campate di $4^m,50 \div 7^m,20$ al massimo; intercolonnio di $3^m \div 4^m$, fino a 5^m in casi eccezionali.

Copertura in tante campate quante sono le campate fra le file di colonne, sia nella forma della fig. 77 sia in quella della fig. 78; in

Fig. 77.

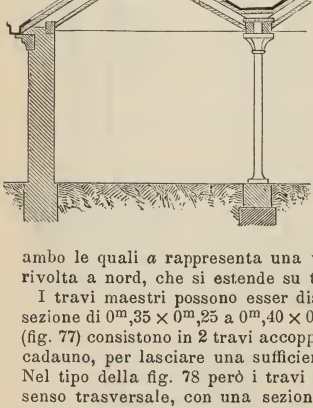
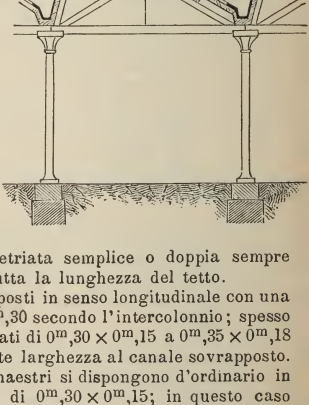


Fig. 78.



ambo le quali *a* rappresenta una vetriata semplice o doppia sempre rivolta a nord, che si estende su tutta la lunghezza del tetto.

I travi maestri possono esser disposti in senso longitudinale con una sezione di $0^m,35 \times 0^m,25$ a $0^m,40 \times 0^m,30$ secondo l'intercolonnio; spesso (fig. 77) consistono in 2 travi accoppiati di $0^m,30 \times 0^m,15$ a $0^m,35 \times 0^m,18$ cadauno, per lasciare una sufficiente larghezza al canale sovrapposto. Nel tipo della fig. 78 però i travi maestri si dispongono d'ordinario in senso trasversale, con una sezione di $0^m,30 \times 0^m,15$; in questo caso il canale posa sopra travi minori longitudinali o anche si fa in ghisa e si sostiene da sè sulle colonne.

Le incavallature del tetto si possono fare tanto con travi nel modo ordinario impostandosi sulle colonne (fig. 78) quanto con tavoloni (fig. 77). In quest'ultimo caso si impiegano tavoloni di 40 ÷ 60 mm. di grossezza e $0^m,25 \div 0^m,30$ di altezza inchiodati insieme; queste incavallature si mettono a una distanza di circa $0^m,60$ e si impostano sui travi maestri longitudinali (fig. 77); le catene delle incavallature si fanno di ferro e sono assicurate a questi travi stessi.

Nei capannoni a copertura metallica, tanto i travi maestri che i travi componenti le incavallature sono di ferro. I travi longitudinali possono anche essere sostituiti dal canale stesso in forma di trave di ghisa a **U**.

È bene di fare il tetto impianellato, e meglio di mettere un doppio soffitto di tavole di 20 ÷ 30 mm., oppure un soffitto a stuoie e uno di tavole sotto alle tegole, per difendersi dalle variazioni di temperatura (fig. 77).

Scarico delle pluviali, come al N. ***188***. Pei tubi di scarico intermedi si possono far servire le colonne stesse.

Trasmissione principale lungo uno dei muri d'ambito che si rinforza ingrossandolo (vedi N. ***134***) o meglio munendolo di pilastri distanti $2^m,50 \div 3^m,50$, sui quali si colloca la trasmissione. Trasmissioni secondarie lungo le colonne, facendo in guisa che le forze agenti su di esse sieno dirette in basso. Si mettono anche con vantaggio le trasmissioni sotto terra.

190. Tettoie. — La tettoia, aperta o chiusa, in una o più campate, è la forma preferita per ferriere, fonderie, officine di costruzione

Fig. 79.

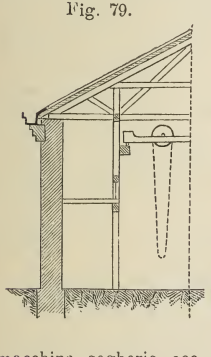
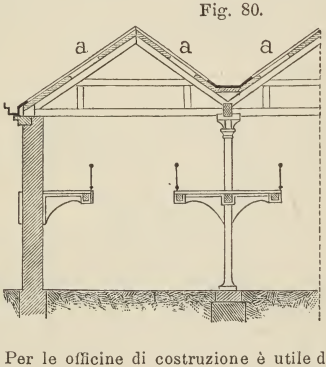


Fig. 80.



di macchine, segherie, ecc. Per le officine di costruzione è utile di disporre dei palchi a mezza altezza sorretti sia da mensole che da colonne (fig. 79, 80), per installarvi le piccole macchine-utensili e i banchi.

Le dimensioni di altezza e larghezza delle campate dipendono dalle condizioni speciali dell'impianto. Se la tettoia è a più campate si collocano dei finestroni *aa* nelle ali del tetto. Secondo la natura dell'impianto, vi sono disposizioni speciali per l'installazione di grù scorrevoli (fig. 79) ecc. Tetto con assito o con pianellato; incavallature ordinarie.

11. ELENCO DI PREZZI

(Prezzi di Milano, periodo 1890-1892)

191. Mercedi. — Muratori lire 0,29 ÷ 0,35 all'ora; garzoni 0,13 a 0,16; manovali 0,16 ÷ 0,20; terrazzieri 0,20 ÷ 0,25. Scalpellini 3,80 a 4,20 al giorno; falegnami e fabbri 2,70 ÷ 3,20; suolini 3 ÷ 3,50; meccanici e idraulici 4 ÷ 4,50.

192. Elementi principali delle costruzioni.

	Unità di misura	Prezzo in Lire
I) Materiali principali		
Materiali per murature.		
Sabbia di cava	mc.	3,3-3,8
Sabbia di fiume	»	4-6
Ghiaia	»	2,4-2,8
Calce ordinaria	quintale	3,4-3,8
Calce idraulica	»	3,8-4,3
Gesso	»	4
Cemento nostrale	»	4-4,5
Cemento francese e Portland	»	12-15
Pozzolana	»	5-6
Malta comune	mc.	14-16
Malta da intonachi	»	18
Malta di calce idraulica	»	18-20
Malta di cemento	»	22-27
Laterizi.		
Mattoni mezzani	1000 pezzi	18-20
Mattoni forti (per dimensioni medie di $0^m,25 \times 0^m,125 \times 0^m,06$ all'incirca)	»	20-22
Mattoni da paramento	»	36-40
Mattoni sagomati	»	35-54
Mattoni cavi	»	25-30
Mattoni refrattari	»	180-250
Tegole a canale comuni di $0^m,40 \times 0^m,13 \times 0^m,19$	»	45-50
Tegole piane di $0^m,42 \times 0^m,25$	»	90-100
Tegole piane di $0^m,28 \times 0^m,21$	»	70-80
Tegoloni da comignolo lunghi $0^m,37 \div 0^m,40$	»	350-380
Pianelle quadrate o esagone di $0^m,20$ di lato, spess. 20 ÷ 28 mm, secondo spess. e qualità.	»	70-100
Tubi di terra cotta, o grès, diam. 5 ÷ 25 cm.; per ogni cm. di diam.	m. corr.	0,10-0,18
Tubi di cemento, diam. 5 ÷ 60 cm.: per ogni cm. di diam.	»	0,15-0,20
Legnami.		
Tavole secondo che lo spessore varia da 25 a 60 mm. — abete	mq.	1,5-4
— larice	»	2-5
— quercia	»	2,5-7
Travicelli, secondo che sono sbozzati o riquadrati — abete	mc.	50-60
— larice	»	70-80
— quercia	»	80-90

		Unità di misura	Prezzo in Lire
Travi sbozzati, secondo che la lunghezza è $\leq$ o $>$ 9^m	abete	mc.	45-60
	larice	»	70-90
	quercia	»	80-100
Travi riquadrati, secondo che la lunghezza è $\leq$ o $>$ 9^m	abete	»	60-75
	larice	»	80-100
	quercia	»	90-110
Lavoraz. dei legnami	Riquadratura e segatura di travi e grosso legname	»	5-6,50
	Segatura in tavole	mq.	0,50-0,60
	Piallatura	»	0,25-0,30
	Formazione e posa di travature per tetti, soffitti, armature	mc.	12-20

Pietre.

Granito bianco in pezzi sbozzati da $0^{mc},50$ a 3^{mc}		mc.	90-110
Granito bianco in pezzi lavorati lisci		»	130-240
Granito bianco in pezzi scorniciati o tondi		»	250-320
Granito rosso in pezzi sbozzati		»	85-130
Granito rosso in pezzi lavorati lisci		»	200-320
Granito rosso in pezzi scorniciati o tondi		»	330-400
Puddinga grossa in pezzi lisci da $0^{mc},50$ a 2^{mc}		»	50-70
Puddinga fina in pezzi lisci da $0^{mc},50$ a 2^{mc}		»	80-100
Puddinga fina in pezzi scorniciati o tondi		»	125-160
Pietra di Moltrasio in lastre da $0^{mq},4$ a $0^{mq},9$		mq.	1,20-3
Pietra di Moltrasio in dadi per murature		mc.	40-15
Lastre di bevola, spessore 40 ÷ 60 mm., superficie $0^{mq},1 \div 1^{mq},6$		mq.	4-8
Lastre di bevola, spessore 70 ÷ 90 mm., superficie $0^{mq},5 \div 4^{mq},6$		»	12-25
Lastre di marmo, spessore 20 ÷ 30 mm, superficie $0^{mq},15 \div 1^{mq}$		»	15-40
Pietrame per murature		mc.	7-12
Lavoraz. delle pietre	a punta grossa secondo la durezza	mq.	1,50-3
	a punta fina	»	3,50-6
	segatura	»	8

Metalli.

(Prezzi medi del 1890-92)

Ferro	verghe e ferri laminati	quintale	22-28
	lamiere	»	29-35
	filo e chioderia	»	40-80
	pezzi fucinati semplici	»	45-50
	ferro vuoto, tubi	»	35-70
	lamiere zincate o piombate	»	40-60
Acciaio	da molle	»	50-70
	verghe, sbarre e lamiere	»	30-40
	lavorato in pezzi semplici	»	50-60
Ghisa	greggia	»	7-9
	getti greggi di 2ª fusione, tubi, colonne, ecc.	»	20-30
	getti fini di 2ª fusione	»	40-50

	Unità di misura	Prezzo in Lire
Rame, ottone, bronzo { pani	quintale	125–140
verghe e lastre	»	150–180
lavori semplici, tubi e fili	»	190–240
lavori finiti	»	350–500
Piombo { pani	»	38–42
tubi e lastre	»	45–50
Zinco { pani	»	45–50
lastre	»	52–60
Stagno in pani e verghe	»	300–320
Latta in fogli, secondo lo spessore	mq.	3,5–4,5
Vetri.		
Semplici di 1,5 ÷ 2 millim.: per lastre da 0,10 a 0,80 mq.	mq.	4–8
Doppi di 3 ÷ 3,5 mm.: per lastre da 0,10 a 0,80 mq.	»	8–12
Greggi di 4 a 7 mm.	»	12–16
Greggi di 10 a 12 mm.	»	25
Greggi di 24 a 30 mm. per pavimenti	kg.	1,50
Cristalli politi di 6 ÷ 8 mm.: per lastre da 0,25 a 5 mq.	mq.	35–110
2) Fondazioni		
Escavo in terra ± compatta { non	mc.	0,40–0,60
Escavo in roccia ± dura { compreso	»	2–3
Escavo sott'acqua { il trasporto	»	1,50–2
Prosciugamento, per m. di altezza	»	0,20–0,25
Calcestruzzo per fondazioni	»	10–12
Palificazioni per fondazioni ordinarie:		
Pali di larice	»	45–65
Infissione, compreso testa e punta	m. corr.	1–2,50
Graticcio di quercia: legname e posa	mq.	4,5–6
Graticcio di quercia: la sola posa	»	0,40–0,60
3) Murature e vôlte (incluse tutte le spese accessorie, ponti di servizio, centinature ecc.)		
Muro di pietrame, senza intonaco	mc.	13–15
Muro di mattoni, senza intonaco	»	19–23
Muro di fondaz. con materiale in parte usato	»	12–15
Muro di tramezzo di 1 testa, coll'intonaco	mq.	3,5–4
Muro di tramezzo di quarto, coll'intonaco	»	2–2,5
Rinzaffo di malta ordinaria	»	0,35–0,40
Rinzaffo di calce idraulica	»	0,60
Rinzaffo di cemento	»	1,20
Intonaco civile completo, liscio	»	0,60
Intonaco civile completo, bugnato o scorniciato	»	1–1,40
Cornicioni in muratura e intonaco, compreso il gocciolatoio, di $0^m,40$ a $0^m,80$ di aggetto	m. corr.	9–14
Cornici, stipiti, incorniciature di porte e finestre, in muratura e intonaco, di $0^m,10$ a $0^m,50$ di altezza	»	1–2,5

	Unità di misura	Prezzo in Lire
Se i detti cornicioni, cornici, ecc. sono fatti con mattoni di paramento sagomati, si aggiunga..	m. corr.	0,75-1,5
Archi nei muri	mc.	24-28
Vôlte in genere compresa la centinatura	»	28-30
Vôlte di 1 testa in chiave e 2 teste all'imposta..	mq.	4,50-6
Vôlte di quarto....	»	3-4
Rinfianchi delle vôlte.....	mc.	3
4) Solai, pavimenti e soffitti (in opera, tutto compreso)		
Solai rustici con travicelli distanti $0^m,50$; secondo che la riquadratura dei medesimi varia da 14×10 a 16×12 cm.: abete.	mq.	4-6
Solai rustici con travicelli distanti $0^m,50$; secondo che la riquadratura dei medesimi varia da 14×10 a 16×12 cm.: larice	»	5-8,4
Per solai civili, con legn. lavorato, si aggiunga .	»	1,70
Travi maestre da solai: al costo del legname si aggiunga per innalzamento e posa	mc.	12-15
Solai in ferro con vôlte di quarto, secondo il prezzo e il peso del ferro per mq. (N. ***126***); in media, per travicelli da $0^m,12$ a $0^m,18$ di altezza, distanti $0^m,80 \div 1^m$	mq.	12-15
Soffitti a stuoie.....	»	1,7-2,4
Soffitti a correntini o centinati	»	3-5
Impiantiti di pianelle: secondo la qualità.....	»	2,5-3
Impiantiti di piastrelle di terra cotta, cemento, marmo artificiale, terrazzo alla veneziana: secondo il disegno.....	»	4-0
Impiantiti di cemento: per ogni mm. di spessore	»	0,20-0,30
Impiantiti d'asfalto: per ogni mm. di spessore ..	»	0,50-0,70
Impiantiti di lava metallica: per ogni mm. di spessore	»	0,15-0,20
Impiantiti di tavole di spessore da 20 a 40 mm.: abete	»	4,5-6
Impiantiti di tavole di spessore da 20 a 40 mm.: larice	»	5-8
Impiantiti di tavole di spessore da 20 a 40 mm.: quercia ..	»	7-10
Impiantiti di legno (*parquets*): secondo il disegno e la qualità dei legnami	»	8-20
Lastrico di pietre di Moltrasio di 40 mm... ...	»	4
Lastrico di bevole di grossezza da 40 a 60 mm. e di superficie da $0^{mq},25$ a $0^{mq},70$	»	6-8
Lastrico di granito di 125 mm. in pezzi da $0^{mq},2$ a $0^{mq},9$	»	16-20
Lastrico di marmo di 30 mm. secondo la qualità e il disegno	»	18-30
Selciato: secondo la qualità dei ciottoli e il disegno.....	»	1,50-2
5) Coperture (in opera, tutto compreso)		
Tetti in legno, escluse le incavallature e il materiale di coperta: senza correnti (terzere).	mq.	3,50
Tetti in legno, escluse le incavallature e il materiale di coperta: con correnti (terzere)...	»	5
Tetti in legno, escluse le incavallature e il materiale di coperta: a travicelli accostati ...	»	6
Tetti in legno, escluse le incavallature e il materiale di coperta: impianellati	»	7,50

	Unità di misura	Prezzo in Lire
Da aggiungere pel materiale di copertura: tegole a canale a 2 strati ..	mq.	2-2,20
tegole a canale con ridoppi	»	3
tegole piane.....	»	1,80-2
ardesie.....	»	5-7
Incavallature in legno: al costo del legname si aggiunga per formazione dell'incavallatura, ferramenti, innalzamento e posa.....	mc.	25-35
Tetti in ferro, escluso il materiale di copertura: per ampiezze fino a $8^m \div 10^m$	mq.	25-30
per ampiezze da $10^m \div 20^m$	»	30-45
per ampiezze superiori.....	»	40-60
Da aggiungere pel materiale di copertura: ardesie.....	»	5-7
lamiera piana o ondulata ..	»	6-7
zinco, secondo lo spessore..	»	8-10
vetri di 4 ÷ 12 millim. per ogni mm. di spessore ...	»	3,5-4
Incavallature in ferro.....	kg.	0,60-0,70

6) Serramenti
(compreso stipiti, ferramenti, vetri e verniciatura)

Imposte di porte ordinarie ad un battente secondo il genere e la finitezza del lavoro.....	abete ...	mq.	12-18
	larice ...	»	14-20
	noce	»	16-24
Imposte a due battenti: si aggiunga		»	3-4
Imposte a specchiature curve: si aggiunga....		»	3-4
Imposte di porte a vetri a due battenti.....	abete ...	»	20-25
	larice ...	»	22-27
	noce	»	24-30
Da aggiungersi per la posa di cadaun serramento		cadauno	2,50
Imposte di porte e portoni da strada a due battenti.....	abete ...	mq.	20-24
	larice ...	»	26-30
	quercia .	»	32-35
Da aggiungersi per la posa.....		cadauna	20
Imposte a vetri da finestra, secondo il lavoro.	abete ...	mq.	18-24
	larice ...	»	20-27
Per serramenti arcuati si aggiunga.		»	3-4
Scuri.....		»	12-16
Da aggiungersi per la posa d'un serramento a vetri coi suoi scuri		cadauno	2,56
Persiane.....	abete ...	mq.	13-16
	larice ...	»	16-20
Se le persiane sono a scorrimento si aggiunga		»	5
Da aggiungersi per la posa di una coppia di persiane		cadauno	2
Imposte a vetri in ferro, secondo il peso e il lavoro, tutto compreso e in opera		mq.	20-50
Imposte a vetri in ghisa secondo il peso		»	15-25

7) Opere diverse e di finimento

Fascie scorniciate in pietra di Saltrio o di Viggiù per frontalini, cornici, davanzali, incorniciature di finestre, ecc.: per larghezze da $0^m,15$ a $0^m,40$.....	m. corr.	5-12

	Unità di misura	Prezzo in Lire
Scalini, soglie, davanzali in bevola	m. corr.	3,5-5
Posa in opera di pietre da taglio	mc.	18-24
Posa in opera di pianerottoli, lastre da balconi, ecc	mq.	2,5-3
Posa in opera di scalini con fattura di frontalino e soffitto	m. corr.	2,50
Posa in opera di davanzali e soglie	»	1,50-2
Posa in opera di corniciature in pietra, gronde, ecc	»	2-2,5
Formazione di vani in rottura di muro	mc.	3,50-4
Camini in pietra semplici	cadauno	20-30
Camini in marmo semplici	»	40-60
Latrine all'inglese	»	70-120
Latrine a mezza inglese	»	30
Latrine ordinarie	»	9-12
Cancelli e parapetti in ferro	kg.	0,60-1,20
Cancelli e parapetti in ghisa	»	0,40-0,60
Canali di latta da pluviali, di $0^m,24$ a $0^m,30$ di larghezza, compreso verniciatura e posa	m. corr.	3-4
Tubi da pluviali di latta di $0^m,08 \div 0^m,10$ di diametro, compreso verniciatura e posa	»	2-2,20
Tubi laterizi di scarico di $0^m,10 \div 0^m,20$ di diametro, incassati nei muri, tutto compreso	»	4-5,5
Imbiancatura e tinteggiatura dei muri a due riprese	mq.	0,10-0,30
Verniciatura per legnami e ferri a due mani	»	0,75-1,00
Verniciatura a tre mani con macchiatura, filettatura, ecc	»	1,30-2,50
Verniciatura a mezzo pastello	»	2,50-3
Verniciatura semplice a copale	»	0,30
Stucco lucido su pareti già intonacate	»	3-4
Scagliola su pareti già intonacate	»	10-15
Cornici a stucco di $0^m,15$ a $0^m,40$ di altezza	m. corr.	1,5-6
Pozzi, secondo diametro e profondità	»	50-40
Meccanismo completo da tromba	cadauno	100-150
Vasche di Saltrio con piede	»	40-60
Canne di rame stagnate	kg.	3,50
Canne di piombo	»	0,80-1
Parafulmine completo, escluso il filo	cadauno	60-100
Caloriferi ad aria calda (esclusi i condotti e la posa), per ogni mq. di superficie riscaldata (ossia ogni 100 mc. circa di ambiente da riscaldare), secondo la grandezza	mq.	60-80

193. Costruzioni compiute.

I dati seguenti si riferiscono ad edifici fabbricati in Milano e dintorni. Nel numero dei piani sono compresi pianterreno e ammezzati; la loro altezza media è la media delle altezze dei diversi piani, da pavimento a pavimento. I prezzi per mq. si intendono per mq. di area coperta, esclusi i cortili; i prezzi per mc. si intendono per ogni mc. del prodotto dell'area coperta per l'altezza del fabbricato dal piano di terra alla gronda. Il valore del terreno non è compreso.

	Piani		Unità di misura	Costo in Lire
	Numero	Altezza media m.		
Case d'abitazione signorili. — Ricche decorazioni in pietra; soffitti a stucchi; pavimenti in marmo e in legno; pareti in parte a stucco; serramenti di lusso, scalone di marmo; serbatoi e condotti di distribuzione d'acqua; bagni, caloriferi, gas, ecc.; con sotterranei	3-4	6-5	mc.	25-27,5
Case d'abitazione ricche, ma di minor lusso, con decorazioni più semplici, pavimenti in legno, a piastrelle o alla veneziana, parati di carta, scalone in pietra, acqua, caloriferi, gas come sopra, con sotterranei	4-5	4,5-4,25	»	22-24
Case d'abitazione civili. — Decorazioni semplici in pietra e cemento; soffitti dipinti e a stucchi; pavimenti in pianelle e piastrelle; serramenti semplici; senza distribuzione d'acqua nè caloriferi, con sotterranei in parte	4-6	4,2-3,8	»	13-15
Case d'abitazione delle classi operaie. — Senza decorazioni; soffitti, pavimenti e serramenti comuni, con sotterranei in parte	4-6	3,75-3,5	»	10-11,5
Fabbricati per uso di scuole, uffici, ecc. — Decorazioni semplici in pietra e cemento; soffitti, pavimenti, serramenti civili; caloriferi, gas, ventilaz. ed altri provvedimenti igienici moderni	3	5,75-6	»	15-18
Alberghi di lusso di disposizione moderna. — Decorazioni in pietra; solai in legno e in ferro; pavimenti in legno, a piastrelle e alla veneziana; soffitti dipinti e a stucchi; scalone di marmo; serramenti in legno e in ferro; saloni riccamente decorati; distribuzione di acqua calda e fredda, gas, campanelli elettrici, portavoce, elevatori per servizi diversi con motrice, bagni, caloriferi, cortile coperto a vetri, sotterranei per le cucine e il servizio	7	3,70	»	27
Opifici industriali a più piani (N. *188*) con linee di colonne di ghisa, solai in legno, o parte in legno e parte in ferro, calcolati per un carico totale di 500 kg. per mq.; senza decorazioni, pavimenti di tavole, serramenti semplici in legno, ferro o ghisa; tetto a una o più campate a 2 ali; costruzione solida	3-6	4,20-1,70	»	11-14

	Piani		Unità di misura	Costo in Lire
	Numero	Altezza media m.		
Opifici o magazzini a più piani come sopra, ma coi solai calcolati per un carico totale di 800 ÷ 1000 kg. per mq.	4-6	4,20-4,70	mc.	14-16
Capannoni o Sheds (N. ***189***). — Altezza all'imposta del tetto 4 a 4,25 m., con colonne di ghisa, grandi campate e intercolonni, tetto in legno, o in ferro e legno, a tegole piane con vetriate doppie su tutta la lungh. delle campate, doppio soffitto di tavole o tavole e stuoiato, pavimento di tavole o di asfalto, serramenti semplici in legno o in ferro, decorazioni semplici.....	1	4-4,25	mq.	50-55
Capannoni o Sheds economici; alt. 3,50 a 3,75 m.; colonne di ghisa; piccole campate e intercolonni; tetto in legno con vetriate semplici, soffitto e pavimento di tavole, serramenti semplici, senza decorazione.....	1	3,50-3,75	»	35-45
Tettoie chiuse per officine, fonderie, ecc. (N. ***190***). — Tetto con assito o impianellato, in una o più campate a due ali, divise da muro continuo, pilastri o colonne di ghisa, incavall. in legno o miste, pavim. di lastre, smalto o tavole, serram. semplici in legno o in ferro, poco o punta decorazione	1	4-7	»	40-45
Tettoie aperte, o chiuse da un lato, con pilastri e con muri leggeri intermedi ai pilastri sul lato chiuso; tetto a una o più campate a 2 ali con divisione a pilastri; incavallature in legno o miste, pavimento in ciottolato o smalto.	1	4-7	»	25-30
Tettoie di lusso per mercati pubblici, con copertura in ferro o in legno e ferro, colonne ricche di ghisa o pilastri in muro e pietra, pavim. di asfalto o lastrico, cancellate di ferro, sotterranei, locali di servizio anche a 2 piani, decoraz. in pietra, mattoni o legno	1	5-10	»	120-160

194. Demolizioni.

Costo di demolizione di muri	mc.	2,40-3
Costo di demolizione di solai e tetti	mq.	0,20-0,40
Case complete, per mc. calcolato come al N. ***193***..	mc.	0,45-0,65
Valore per mc. come sopra del materiale di spoglio, spese di demolizione dedotte, per case ordinarie...	»	0,9-1,5

MECCANICA

1. DATI E FORMOLE GENERALI

195. *Misura delle forze e del lavoro.*

Unità usuali : 1 kg. = unità di forza; 1 chilogrammetro (1 kgm) = unità di lavoro = lavoro necessario per elevare 1 kg. all'altezza di 1^m; 1 cavallo-vapore (1 cav.) = 75 kgm. al $1'' = 270000$ kgm. all'ora (il cav. inglese è = 550 foot-pounds, o piedi-libbre, al $1'' = 76$ kgm. al $1''$).

Unità assolute (CGS): 1 dina = unità di forza = forza necessaria per imprimere in $1''$ la velocità di 1 cm. al $1''$ alla massa di 1 grammo (unità di massa); 1 erg = unità di lavoro = lavoro compiuto dalla forza di 1 dina agente per lo spazio di 1 cm. — Una dina $= \frac{1}{1000\,g}$ kg.; 1 erg $= \frac{1}{100000\,g}$ kgm.; 1 kg. $= 10^3\,g$ dine; 1 kgm. $= 10^5\,g$ erg (g = accelerazione della gravità, pag. 68, espressa in cm.).

Lavoro. — Il lavoro compiuto da una forza di F kg., il cui punto d'applicazione percorra, per effetto di essa e nella sua direzione, uno spazio di s metri, è $= Fs$ kgm.

Se v è la velocità in m. al $1''$, il lavoro compiuto sarà:

$$Fv \text{ kgm. al } 1''; \quad \text{oppure } \frac{Fv}{75} \text{ cavalli.}$$

Nel moto rotativo (r raggio, n giri al $1'$): $v = \frac{2\,\pi\,rn}{60} = 0{,}105\,rn.$

Freno dinamometrico. — Applicato il freno ed equilibrato (per alberi orizzontali) il peso della leva (quando c'è), del piatto e accessorî, si serra il freno finchè la velocità dell'albero sia ridotta al numero n di giri al $1'$, che si è prestabilito; poi si applica un peso P (kg.) tale da tener il freno in equilibrio. Oppure, calcolato prima approssimatamente il peso P ed applicatolo, si serra finchè è raggiunto l'equilibrio, contando i giri intanto che si mantiene l'equilibrio del freno col serrare più o meno, e col proporzionare l'inaffiamento con acqua e sapone. Detto L la lunghezza in m. della leva, ed N la forza in cavalli, si ha allora:

$$N = 0{,}0013963\,nLP.$$

Per evitare il riscaldamento, il diametro D e la larghezza b (in m.) della puleggia si calcoleranno (salvo pei freni a circolazione interna d'acqua come il freno Thiabaut), colla formola: Db non $< 0{,}0033\,N$.

196. *Formole principali.*

Massa e forza. — M massa di un corpo del peso di P kg.; F forza in kg. necessaria per imprimergli in t'' la velocità di v m. al $1''$. Si ha, essendo g l'acceleraz. della gravità in m (pag. 68):

$$M = \frac{P}{g}; \qquad F = M\,\frac{v}{t}.$$

Forza viva. — La forza viva di un corpo di massa M che si muove con veloc. v_1 è Mv_1^2. Se la veloc. cresce o decresce da v_1 a v_2, la forza viva acquistata o perduta sarà $= M(v_1^2 - v_2^2)$; e la sua metà è eguale al lavoro della risultante di tutte le forze che hanno agito sul corpo, producendo l'aumento o la diminuzione.

Forza centrifuga. — La forza centrifuga F che si sviluppa nella massa M ruotante alla distanza r dall'asse con una velocità di v m. al 1″, è:

$$F = M\frac{v^2}{r}.$$

Momento d'inerzia. — È la somma dei prodotti della massa di ciascuno dei punti di un corpo per il quadrato della loro distanza da un asse dato. Il raggio di girazione è la distanza dall'asse, alla quale bisognerebbe concentrare tutta la massa del corpo, per avere lo stesso momento d'inerzia; quindi il momento d'inerzia I di un corpo di massa M sarà:

$$I = M\rho^2 \quad (\rho = \text{raggio di girazione}).$$

Valori particolari di ρ^2:

1. Prisma rettangolare, sezione $a \times b$, lungh. l:

se l'asse è longitudinale.....: $\rho^2 = \frac{1}{12}(a^2 + b^2)$

se trasversale a metà lungh. e parallelo al lato a: $\rho^2 = \frac{l^2}{3} + \frac{b^2}{12}$.

2. Cilindro di raggio r e lungh. l:

asse longitudinale .....: $\rho^2 = \frac{r^2}{2}$

asse trasv. a metà lungh.: $\rho^2 = \frac{l^2}{3} + \frac{r^2}{4}$.

3. Cilindro cavo; l lungh., r_1 r_2 raggi:

asse longitudinale ..... : $\rho^2 = \frac{r_1^2 + r_2^2}{2}$

asse trasv. a metà lungh.: $\rho^2 = \frac{l^2}{3} + \frac{r_1^2 + r_2^2}{4}$.

4. Toro, raggio medio R, raggio dell'anello r:

asse normale all'anello: $\rho^2 = R^2 + \frac{3}{4}r^2$

asse diametrale .....: $\rho^2 = \frac{R^2}{2} + \frac{5}{8}r^2$.

5. Cono, r raggio della base, h altezza:

asse longitudinale.....: $\rho^2 = \frac{3}{10}r^2$

asse trasv. passante pel baricentro: $\rho^2 = \frac{3}{20}\left(r^2 + \frac{h^2}{4}\right)$.

6. Tronco di cono, r_1 r_2 raggi delle basi:

$$\text{asse longitudinale:}\quad \rho^2 = \frac{3}{10}\,\frac{r_1^5 - r_2^5}{r_1^3 - r_2^3}.$$

7. Sfera di raggio r: $\rho^2 = \frac{2}{5} r^2$.

Segmento di sfera (r raggio della sfera, h altezza):

$$\rho^2 = \left(r^2 - \frac{3}{4} rh + \frac{3}{20} h^2\right) \frac{2h}{3r - h}.$$

Settore sferico (r raggio della sfera, h altezza della calotta):

$$\rho^2 = \frac{1}{5}(3rh - h^2).$$

8. Elissoide; a, b, c semiassi: $\rho^2 = \frac{1}{5}(b^2 + c^2)$ se l'asse coincide con a; analogam., se coincide con b, o c.

9. Paraboloide di rotazione, r raggio della base:

$$\text{asse longitudinale:}\quad \rho^2 = \frac{1}{3} r^2.$$

Pel momento d'inerzia delle figure, vedi N. ***111***.

Gravità. — g acceleraz. in m., s spazio percorso (in m.) e v veloc. (in m. al 1″) acquistata in t'':

$$s = g\,\frac{t^2}{2};\quad v = gt = \sqrt{2gs}$$

Pei valori di g secondo la latitudine, vedi pag. 68.

Pendolo. — Pendolo semplice di lungh. l: durata di un'oscillazione doppia di piccola ampiezza:

$$t = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \text{ secondi.}$$

Pendolo composto di massa M: I mom. d'inerzia rispetto all'asse di sospensione, l distanza del centro di gravità dall'asse stesso:

$$t = 2\pi\sqrt{\frac{I}{Mgl}} \text{ secondi.}$$

2. ATTRITO

197. Resistenza d'attrito. — Sia N la pressione normale fra le superfici a contatto; f il coeff. di attrito (tabella L). Si ha:

$$\text{Resistenza d'attrito} = fN$$

f si ritiene indipendente dalla velocità e dalla pressione per unità di superficie, benchè vari, con leggi ancora poco definite, con ambedue.

Il coefficiente d'attrito alla partenza, cioè al principio del moto, si può ritenere compreso fra 1,5 e 2 volte il coeff. d'attrito durante il moto.

L. — Tabella dei coefficienti f d'attrito radente durante il moto

Natura dei corpi	Stato delle superfici (supposte lisce)	Coefficiente d'attrito		
		massimo	medio	minimo
Metallo sopra metallo....	secche	0,30	0,20	0,15
	bagnate.....	—	0,30	—
	unte	0,16	0,13	0,10
	regolarmente lubrificate ...	0,10	0,07	0,05
Legno sopra legno.....	secche	0,50	0,36	0,25
	bagnate.....	—	0,25	—
	spalmate con grasso o sapone.....	0,16	0,11	0,06
Metallo sopra legno.....	secche.....	0,60	0,40	0,20
	bagnate.....	—	0,24	—
	spalmate o lubrificate	0,16	0,10	0,06
Cuoio su legno o su metallo...	secche.....	0,60	0,40	0,25
	unte	0,30	0,25	0,20
Corda su legno o su metallo	secche..... ...	0,50	0,40	0,30
	bagnate	0,40	0,35	0,30
Caucciù su legno o metallo	secche...	0,80	0,60	0,50
Metallo su pietra.....	secche	0,50	0,45	0,30
Legno su pietra	secche	0,60	0,50	0,30
Materiali da muro fra loro, o sopra il terreno di posa	secche	—	0,75	—

198. Attrito nei perni. — N pressione risultante sul perno in kg., r raggio in m., n numero giri del perno al $1'$; M momento della resistenza d'attrito, L lavoro da essa assorbito al $1''$ in kgm. Si ha:

Perni orizzontali: $M = f\,Nr$; $L = f\,N\,\frac{2\,\pi\,nr}{60} = 0{,}105\,f\,N\,rn$

Perni verticali: $M = \frac{2}{3}\,f\,Nr$; $L = \frac{2}{3}\,f\,N\,\frac{2\,\pi\,nr}{60} = 0{,}07\,f\,N\,rn$.

199. Piano inclinato, cuneo e vite.

Piano inclinato. — Q peso del corpo posto sul piano; P forza parallela al piano; a, b, l, α altezza, base, lunghezza e angolo d'inclinazione del piano. Secondo che P tira in alto o in basso, si ha:

$$P = f\,Q\,\frac{b}{l} \pm Q\,\frac{a}{l};$$ e per α piccolo: $P = f\,Q \pm Q$ tang α.

Se α ha un tal valore ρ, che il corpo stia per scendere da sè, si ha:

$$f = \text{tang}\,\rho; \quad \rho = \text{ang. tang. } f = \textit{angolo di attrito.}$$

Cuneo. — P forza agente sulla testa del cuneo, Q resistenza normale su cadaun lato; a, b, h testa, lato e altezza del cuneo. Si ha, secondo che P spinge o tira: $P = 2\,f\,Q\,\frac{h}{b} \pm Q\,\frac{a}{b}$.

Il cuneo si può disserrare da sè, quando $\frac{a}{h} \geqq 2\,f$.

Vite rettangolare. — P potenza applicata a un braccio R; Q resistenza lungo l'asse della vite; r, p, α raggio medio, passo e angolo di inclinazione della vite; ρ = ang. tang. f = angolo di attrito. Si ha:

$$P = \frac{r}{R}\, Q \operatorname{tang} (\alpha + \rho)$$

Per viti da torchio ($\alpha = 5^0 \div 6^0$) si riterrà, inclusi tutti gli attriti:

$$P = \eta\, \frac{r}{R}\, Q \operatorname{tang} \alpha$$

$\eta = 2{,}5 \div 3$ se la vite ha il moto di rotazione e traslazione;
$\eta = 4 \div 5$ se la vite ha solo il moto di traslazione.

La vite non può disserrarsi da sè, che quando $\alpha \leqq \rho$.

Vite triangolare. — Secondo che la sezione del verme è ± acuta, si aumenti il P precedente di $8 \div 16\,\%$; in media di $12\,\%$ per $\alpha = 2^0 \div 3^0$ e un verme con un angolo al vertice di circa 55^0, come d'ordinario.

200. Attrito delle funi e cigne su un cilindro. — a arco di raggio 1 corrispondente all'angolo α (in gradi) abbracciato dalla fune; T, t tensioni dei due capi; f coefficiente d'attrito fra fune e cilindro. Lo scorrimento nel senso T avrà luogo, o no, secondo che:

$$T \text{ sarà} \gtrless e^{fa}\, t$$

$a = \frac{\alpha}{180}\,\pi$; se la fune è avvolta per m giri: $a = 2\,\pi\,m$.

Se la fune è in una gola, il cui semiangolo al vertice sia β, si prenderà, in luogo di f, $\frac{f}{\operatorname{sen} \beta}$.

3. ORGANI DELLE MACCHINE

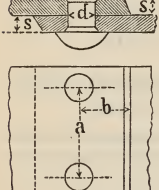
(Unità di misura il mm. salvo indicazione in contrario)

A. Organi di collegamento

201. Chiodature.

a) Caldaie a vapore e recipienti ermetici a pressione:

Fig. 81.



Chiodatura semplice, fig. 81 (dimens. in mm.):

$$d = 6\sqrt{s}\,; \quad b = 1{,}5\,d\,;$$
$$a = \begin{cases} d + 28 \text{ per lamiere di ferro;} \\ d + 21 \text{ per lamiere d'acciaio.} \end{cases}$$

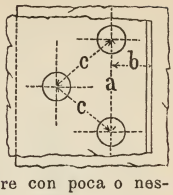
Colle regole usuali (Lemaître) si farebbe:

$$d = 4 + 1{,}5\,s\,; \quad b = 1{,}5\,d\,;$$
$$a = 10 + 2\,d \text{ in ambo i casi.}$$

La chiodatura semplice diminuisce la resistenza nel giunto, in confronto a quella della lamiera continua, nel rapporto di 28 a $28 + d$ pel ferro, e di 21 a $21 + d$ per l'acciaio.

Chiodatura doppia (conveniente per giunti longitudinali) fig. 82.

Fig. 82.



d, b come sopra:

$a = d + 56$, $c = d + 28$ per lamiere di ferro;
$a = d + 42$, $c = d + 21$ per lamiere d'acciaio.

Secondo Lemaître $a = 20 + 3\,d$; $c = 10 + 2\,d$.

La resistenza è ridotta a $\frac{56}{56+d}$ $\left(\text{o } \frac{42}{42+d}\right)$ di quella della lamiera continua.

b) Per gasometri e recipienti ermetici in genere con poca o nessuna pressione: $d = 1{,}5\,s \div 2\,s$; $a = 3{,}5\,d \div 4\,d$; $b = 2\,d$.

c) Diam. delle capocchie $= 1{,}8\,d \div 2\,d$; loro altezza $= 0{,}6\,d \div 0{,}8\,d$.

Peso di un chiodo = al peso di un ferro tondo di lunghezza eguale all'asta del chiodo, aumentata di 4 diametri.

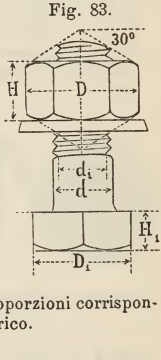
202. Viti e bulloni.

Diametro interno delle viti triangolari o quadrate per un carico P:

$$d_1 = 0{,}67\sqrt{P} \text{ mm. (per } K = 2^{k}{,}8 \text{ per mmq.).}$$

Vite triangolare. — Diametro esterno d e passo p secondo la tabella LI. Sporgenza dell'impanatura $= 0{,}64\,p$; diametro esterno $d = d_1 + 1{,}28\,p$.

Fig. 83.



Dado (esagono o quadrato): diametro del circolo inscritto $D_1 = (5 + 1{,}4\,d)^{mm}$, quindi $D = 1{,}15\,D_1$; altezza $H = d$. — Testa: D_1 come sopra; $H_1 = 0{,}7\,d$. — Controdado: D_1 come sopra; altezza $= 0{,}7\,d$. — Piastrina (ranella): diametro $= 1{,}33\,D_1$.

Vite quadrata. — Diametro esterno $= 1{,}25\,d_1$; passo $p = 0{,}2\,d$; D_1 come sopra; $H = 1{,}5\,d$ per viti di fissamento; per viti di pressione (torchi, ecc.) H deve esser tale da comprendere almeno $7\,\frac{P}{d^2}$ spire, e mai meno di 12.

Viti ampliate. — Quando una vite ha un diametro > di quello che competerebbe al carico (giunti di tubi a vite, ecc.) si daranno all'impanatura le proporzioni corrispondenti a un diametro ideale calcolato in base al carico.

Scala Whitworth per tubi di ferro a vite:

Diam. in pollici inglesi	1/4	3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	1 3/4	2
Num. spire per pollice	19	19	14	14	11	11	11	11	11

Bulloni (fig. 83). — L'impanatura si fa ordinariamente colla scala Whitworth (tabella LI).

Ai bulloni che si devono serrare a fondo (per coperchi e giunti ermetici con guarnizione) non si darà mai un diametro $d < 12^{mm}$, onde evitare che il verme si strappi mentre si serrano.

Peso di un bullone con dado e testa = al peso di un ferro tondo di lunghezza eguale al bullone, più $5\,{}^1/_2$ diametri.

LI. — Bulloni triangolari sistema Whitworth

Diametro esterno pollici	Diametro esterno mm.	Diametro interno mm.	Numero spire per pollice (25,4 mm.)	Carico P kg.	Dado e testa D_1 mm.	D mm.	H mm.	H_1 mm.
1/4	6,35	4,72	20	50	15	17,5	7	5
3/8	9,52	7,36	16	120	19	22	10	7
1/2	12,70	9,91	12	215	24	28	14	10
5/8	15,87	12,92	11	370	27	31	16	12
3/4	19,05	15,74	10	540	33	38	20	14
7/8	22,22	18,54	9	750	38	44	23	16
1	25,40	21,33	8	1000	42	48,5	26	18
1 1/8	28,57	23,87	7	1250	45	52	29	20
1 1/4	31,75	26,92	7	1600	50	58	32	22
1 3/8	34,92	29,46	6	1900	54	62,5	35	24
1 1/2	38,10	32,68	6	2350	60	69,5	39	27
1 5/8	41,27	35,28	5	2750	64	74	42	29
1 3/4	44,45	37,84	5	3150	68	78,5	45	32
1 7/8	47,62	40,38	4 1/2	3600	72	83	48	34
2	50,80	43,43	4 1/2	4150	76	88	51	36
2 1/4	57,15	49,02	4	5280	84	97,5	58	40
2 1/2	63,50	55,37	4	6750	93	109	64	45
2 3/4	69,85	60,45	3 1/2	8000	103	119	70	49
3	76,20	66,80	3 1/2	9800	112	130	77	54

203. Collegamenti e calettature a bietta.

Fig. 84.

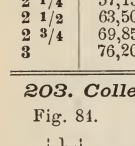


Fig. 85.

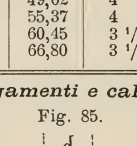


Fig. 84: $b = 5 + 0{,}20\ d$; $a = 0{,}6\ b$ (dimensioni da ridurre a $^9/_{10}$ per 2 biette, e a $^8/_{10}$ per 3);

$s = 10 + 0{,}4\ d$.

Fig. 85: $b = h = d$; $a = 0{,}25\ d$;

$s = 10 + 0{,}4\ d$ per ghisa;

$s = 0{,}25\ d$ per ferro o acciaio.

Inclinaz. delle biette: $^1/_{50} \div {}^1/_{100}$ per collegamenti fissi, $^1/_{12} \div {}^1/_{24}$ per calettature che richiedono d'essere frequentemente smontate.

B. Organi di trasmissione

204. Perni di spinta (pressione lungo l'asse; perni verticali, perni ad anelli, ecc.). — Per perni di ferro o acciaio su cuscino o ralla di bronzo, la pressione p per mmq. della superficie di contatto non deve di regola sorpassare:

$1^k{,}20$ per perni a piccolissima velocità (grù, ecc.);

$0^k{,}5$ per perni a media velocità, sino a $n = 150$ giri al 1′.

Per perni a gran velocità (e anche per perni ad anelli) si assumerà p proporzionalmente minore, sino a $p = 0^k{,}05 \div 0^k{,}03$ (alberi d'elice).

Per cuscino o ralla d'acciaio con perno d'acciaio, si può raddoppiare il valore di p.

In base ai valori di p si calcola la superficie di contatto del perno. Lunghezza del perno $= 1{,}1 \div 1{,}5$ volte il diametro.

205. Perni d' appoggio (pressione normale all'asse; perni orizzontali, perni a collare). — Per perni di ferro o acciaio in cuscinetti di bronzo o di metallo bianco, la pressione p per mmq. della superficie $l \times d$ (fig. 86-88) non deve di regola sorpassare:

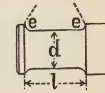
1^k per velocità piccolissime;
$0^k{,}5$ per velocità sino a $n = 150$ giri al 1';
$0^k{,}5 \div 0^k{,}075$ per $n = 150 \div 1000$ e più giri al 1'.

Eccezionalmente si spinge p sino a $1^k \div 2^k$ (locomotive).
Per cuscin. di ghisa (tipo Sellers) si assume p da 2 a 3 volte minore.
Raccordo fra il perno e l'albero: $e = 3 + 0{,}07\, d$.

Perni portanti d'estremità (fig. 86). — Se P è il carico sul perno, si ha:

$$\text{Diam. in mm. } d = 1{,}5 \sqrt{\frac{P}{\sqrt{Kp}}}; \quad \text{lungh. } l = \frac{P}{p\,d}$$

Fig. 86.



Prendendo p come sopra, e $K = 6^k$ per mmq. pel ferro si hanno i valori della tabella LII. Se si assume un diametro $>$ di quello calcolato, si potrà diminuir l in proporzione, non sorpassando la pressione limite.

LII. — Perni portanti d'estremità

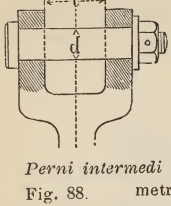
La tabella si riferisce a perni di ferro. Per perni d'acciaio, a pari carico P, si prenderà (per $K = 10^k$ per mmq.):

Il diametro $d = 0{,}85$
Il rapporto $l/d = 1{,}3$
} dei valori della tabella.

d	e	Valori del carico P in kg.				
		n fino a 150 $l/d = 1{,}5$	$n = 150$-350 $l/d = 2$	$n = 350$-500 $l/d = 2{,}5$	$n = 500$-800 $l/d = 3$	$n > 800$ $l/d = 4$
mm.	mm.	kg.	kg.	kg.	kg.	kg.
30	5	720	530	420	350	250
40	6	1280	940	750	620	450
50	7	2000	1500	1150	980	730
60	8	2900	2100	1700	1400	1000
70	8	3900	2900	2300	1900	1400
80	9	5100	3800	3000	2500	1800
90	10	6500	4800	3800	3200	2400
100	10	8000	5900	4700	3900	2900
110	11	9700	7100	5700	4700	3500
120	12	11500	8500	6800	5200	4200
130	12	13500	10000	8000	5900	4900
140	13	15700	11500	9200	6800	5700
150	13	18000	13200	10500	7800	6500
160	15	20500	15000	12000	8900	7400
180	16	26000	19000	15200	12500	—
200	17	32000	23000	18800	—	—

Perni portanti a forchetta (fig. 87). — Diametro = 0,7 del diametro di un perno d'estremità, a pari carico P e pressione unitaria p. Lunghezza come sopra, in base al valore adottato di p.

Fig. 87.

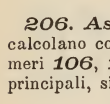


Adoprando la tabella LII, si prenderà $d = 0{,}7$ volte, $l/d = 2$ volte i valori della tabella.

Se, in causa del piccolo valore assoluto di d o per altre ragioni, si assume un diametro > del calcolato, si potrà diminuire la lungh. l in proporzione, come pei perni precedenti.

Perni intermedi (fig. 88). — Se semplicemente portanti, il loro diametro risulta dalla calcolazione dell'asse a cui appartengono (N. **206**). Se soggetti a torsione, il diametro risulta dalla calcolazione dell'albero (N.i **207**, **208**). In ogni caso la lunghezza si farà tale, che la pressione per mmq. del prodotto $l \times d$ non sia > p.

Fig. 88.



206. Assi o alberi portanti (non soggetti a torsione). — Si calcolano come solidi soggetti a flessione. Determinato, secondo i numeri **106**, **107**, il momento di flessione M (in m. e kg.) nei punti principali, si ha il diametro in mm. in quei punti dalla:

$$d = 21{,}7 \sqrt[3]{\frac{M}{K}} \quad (K = 6^k \text{ pel ferro, } 10^k \text{ per l'acciaio}).$$

207. Alberi soggetti a flessione e torsione (alberi di motrici idrauliche e a vapore, alberi di trasmissione caricati di ruote pesanti, ecc.). — Se M_f, M_t rappresentano i momenti di flessione e di torsione in m. e kg. per una data sezione (N.i **106**, **107**, **112**) si troverà il momento ideale di torsione M_{it} (in m. e kg.) equivalente ad ambedue colla:

$$M_{it} = M_f + \sqrt{\left\{M_f^2 + M_t^2\right\}}$$

d'onde il diametro in mm. nella sezione considerata:

$$d = 17{,}2 \sqrt[3]{\frac{M_{it}}{K_r}} \quad \text{(vedi N. } \textbf{112}\text{)}.$$

Pel ferro ($K_r = 5$) $d = 10 \sqrt[3]{M_{it}}$; per l'acciaio ($K_r = 8$) $d = 8{,}5 \sqrt[3]{M_{it}}$.
Se l'albero deve essere di diametro costante, si prenderà per M_f il suo valore massimo.

208. Alberi di trasmissione ordinari. — Si possono calcolare semplicemente in base al momento di torsione o alla forza trasmessa, con un coefficiente di correzione per tener conto della flessione.

Sia M_t il momento di torsione (in m. e kg.), N la forza trasmessa in cavalli, n il numero dei giri al l'. Si ha il diametro d_1 in mm. per la sola torsione dalle:

Pel ferro ..... ($K_r = 5^k$ per mmq.): $d_1 = 10\sqrt[3]{M_t} = 90\sqrt[3]{\frac{N}{n}}$

Per l'acciaio ($K_r = 8^k$ per mmq.): $d_1 = 8{,}5\sqrt[3]{M_t} = 76{,}5\sqrt[3]{\frac{N}{n}}$

Per tener conto della flessione, si prenderà definitivamente il diametro dell'albero:

$$d = md_1;\ \text{in cui:}$$

$m = 1{,}12$ per alberi che non portano che il proprio peso;
$m = 1{,}25$ per alberi di trasmissione leggeri;
$m = 1{,}35$ per alberi di trasmissione ordinari;
$m = 1{,}50$ per alberi di trasmissione assai caricati.

Se il diametro nei perni intermedi è $<$ di quello dell'albero, d sarà il diametro nei perni. È preferibile però di tenere lo stesso diametro per l'albero e pei perni, impedendo lo spostamento longitudinale dell'albero mediante viere fissate con viti di pressione (loro larghezza $b = 10 + 0{,}3\,d$; spessore radiale $= 0{,}75\,b$; diametro viti $= 5 + 0{,}1\,d$).

La tabella LIII è calcolata per alberi ordinari ($m = 1{,}35$).

LIII. — Alberi di trasmissione

d	Peso al m.	M_t	$\frac{N}{n}$	d	Peso al m.	M_t	$\frac{N}{n}$	d	Peso al m.	M_t	$\frac{N}{n}$
mm.	kg.	m-kg.		mm.	kg.	m-kg.		mm.	kg.	m-kg.	
30	5,5	11	0,010	**80**	39,1	212	0,296	**160**	156,4	1697	2,37
35	7,5	17	0,025	**85**	44,2	254	0,355	**170**	176,6	2036	2,84
40	9,8	26	0,037	**90**	49,4	302	0,422	**180**	198,0	2417	3,37
45	12,4	37	0,053	**95**	55,2	355	0,496	**190**	220,0	2836	3,97
50	15,3	52	0,072	**100**	61,1	414	0,579	**200**	244,4	3316	4,63
55	18,5	69	0,096	**110**	74,0	551	0,770	**220**	296,0	4413	6,16
60	22,0	89	0,125	**120**	88,0	716	1,000	**240**	352,4	5729	8,00
65	25,8	114	0,159	**130**	103,3	911	1,27	**260**	414,0	7285	10,17
70	30,0	142	0,198	**140**	119,8	1137	1,59	**280**	479,2	9108	12,70
75	34,4	175	0,244	**150**	137,5	1398	1,95	**300**	550,0	11191	15,62

Alberi di acciaio: diametro $= 0{,}85$
Alberi di ghisa..: diametro $= 1{,}25$
} dei valori della tabella.

209. Distanza fra i sopporti. — I sopporti si porranno contigui ai giunti ed anche, per quanto è possibile, contigui o almeno vicini alle puleggie o ruote più pesanti. — La distanza fra i sopporti dovrà essere in generale:

$$l \text{ non} > \alpha\sqrt[3]{d^2} \text{ mm.}$$

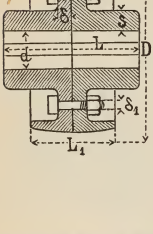
$\alpha = 175 \div 200$ per alberi che non portano che il proprio peso;
$\alpha = 150 \div 175$ per alberi caricati in modo normale.

Nel caso più sfavorevole, che una puleggia o ruota di D^{mm} di diametro, trasmettente una forza di N_1 cavalli, si trovi a metà della tratta fra due sopporti su un albero calcolato per trasmettere N cavalli, la distanza fra i sopporti dovrà essere:

$$l \text{ non} > \frac{N}{N_1} D \text{ mm.}$$

210. Giunti. — *Giunto a manicotto.* — Manicotto semplice, assicurato in diversi modi, a bietta, a viti, ecc. secondo il sistema:

Fig. 89.



spessore $s = 15 + 0{,}4\,d$; lunghezza $= 6\,s$.

Peso approssimativo del giunto, esclusi gli organi di collegamento:

d =	40	50	60	70	80	90	100 mm.
peso =	10	16	22	30	42	55	70 kg.

Giunto a dischi (fig. 89):

$$s = 8 + 0{,}4\,d; \quad L = 8\,s; \quad L_1 = 4\,s$$
$$D = d + 7\,s; \quad \delta = 0{,}9\,s; \quad s_1 = 3 + 0{,}16\,d$$

numero bulloni $= 1 + 0{,}1\ s$ (prendere il numero intero più prossimo); loro diam. $\delta_1 = 0{,}6\,s$.

LIV. — Giunti a dischi

d mm.	s mm.	L mm.	L_1 mm.	D mm.	δ mm.	s_1 mm.	Num. dei bulloni	δ_1 mm.	Peso kg.
40	24	192	96	208	21	10	4	14	18
50	27	216	108	235	24	10	4	16	26
60	31	248	124	275	28	12	4	18	40
70	35	280	140	313	32	14	4	21	59
80	40	320	160	360	36	16	5	24	89
90	44	352	176	398	40	18	5	26	119
100	48	384	192	436	43	19	6	28	156
110	52	416	208	474	47	21	6	32	200
120	56	448	224	512	50	22	6	34	257
130	60	480	240	550	54	24	7	36	309
140	62	496	248	574	56	25	7	36	350
150	64	512	256	598	58	26	7	38	394
160	66	528	264	622	60	28	8	38	458

211. Sopporti. — Loro distanza, vedi N. ***209***.

a) Unità di misura. Tutte le misure iscritte nelle figure si riferiscono ad una unità d_0 (vedi tabelle LV, LVI) data dalla:

$$d_0 = (10 + 1{,}15\,d)^{mm} \quad (d = \text{diametro del perno}).$$

b) Sopporti ritti. Tipo ordinario (fig. 90). Dimensioni cuscinetti: spessore $e = 3 + 0{,}07\,d$; lunghezza = lunghezza l del perno.

Leghe per cuscinetti. Bronzo: rame 100, stagno $11 \div 16$, zinco, 0,25 a 3; metallo Babbit: rame $1{,}25 \div 1$, stagno 50, antimonio 4.

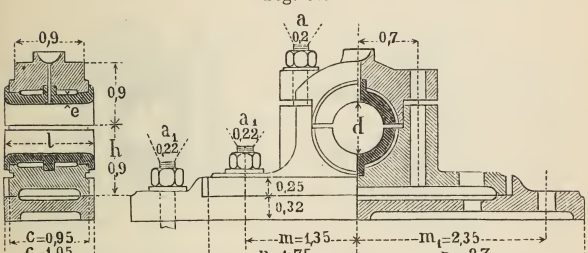
Se $d > 150 \div 180$ mm. il sopporto si fa a 4 bulloni invece che a 2 (tabella LVI); il loro diametro è: $a = 0{,}15\, d_0$ pei 4 bulloni del cappello, e $a_1 = 0{,}2\, d_0$ per quelli del corpo e della piastra di fondazione.

Nei casi in cui la pressione è diretta contro il cappello, si aumenterà di circa metà il diametro di tutti i bulloni.

Reiche dà pei sopporti le seguenti regole:

		Sopp. ordinari	Sopp. pesanti
Diametro bulloni	per 2 bulloni.....	$5 + 0{,}2\ d$	$5 + 0{,}33\ d$
	per 4 bulloni.....	$5 + 0{,}15\ d$	$5 + 0{,}25\ d$
Minimo spessore ghisa sotto i cuscini		$10 + 0{,}5\ d$	$10 + 0{,}85\ d$
Minimo spess. sotto le viti	2 bulloni.	$10 + 0{,}33\ d$	$10 + 0{,}42\ d$
	4 bulloni.	$10 + 0{,}28\ d$	$10 + 0{,}37\ d$
Spessore del cappello nel mezzo		$10 + 0{,}4\ d$	$10 + 0{,}6\ d$
Spessore della ghisa sui fianchi.. ..		$10 + 0{,}15\ d$	$10 + 0{,}2\ d$

Fig. 90.



LV. — Sopporti ritti a due bulloni (fig. 90)

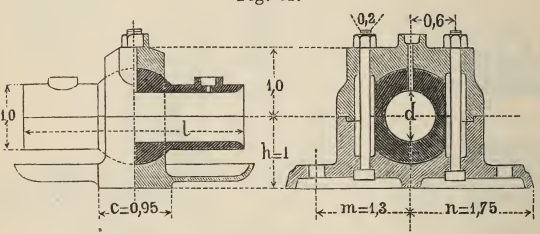
d	d_0 unità	e	h	$2n$	c	a	a_1	$2n_1$	c_1	Peso appross. sopporto kg.	Peso appross. piastra fond. kg.
mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.		
40	56	6	50	196	54	12	14	300	58	3,4	2,0
50	68	7	62	240	66	14	16	364	71	5,6	3,6
60	80	8	72	280	76	16	18	428	84	9,0	5,9
70	90	8	82	320	84	18	20	482	94	13,2	8,5
80	102	9	92	360	96	20	22	546	107	17,2	12,3
90	114	9	102	396	106	22	24	610	119	23,1	17,1
100	125	10	112	424	116	25	26	670	131	31,3	22,9
110	136	11	122	480	128	28	30	734	144	39,2	30,2
120	148	11	132	520	138	30	32	793	155	51,1	38,3
130	160	12	144	560	150	32	36	857	168	65,4	48,0
140	171	13	154	600	160	34	38	916	180	79,8	58,5
150	182	13	164	640	170	36	40	980	192	95,0	71,6
160	194	14	174	680	180	38	42	1040	204	117,0	86,9

LVI. — Sopporti ritti a quattro bulloni

d	d_0	Peso appross.		d	d_0	Peso appross.		d	d_0	Peso appross.	
		sopporto	piastra fond.			sopporto	piastra fond.			sopporto	piastra fond.
mm.	mm.	kg.	kg.	mm.	mm.	kg.	kg.	mm.	mm.	kg.	kg.
170	206	156	87	**210**	252	266	130	**250**	298	430	214
180	217	180	98	**220**	263	306	147	**260**	309	495	238
190	220	210	109	**230**	275	350	168	**280**	332	610	296
200	340	235	118	**240**	286	390	185	**300**	355	740	362

Tipo Sellers (figura 91 e tabella LVII). — Cuscinetti di ghisa; loro lunghezza l = almeno 3 d, d'ordinario 4 d.

Fig. 91.



LVII. — Sopporti ritti Sellers (fig. 91)

d	l	h	$2n$	c	Peso	d	l	h	$2n$	c	Peso
mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	kg.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	kg.
40	160	60	196	54	7	**80**	320	105	360	95	35
50	200	72	240	66	13	**90**	360	115	400	110	45
60	240	82	280	76	19	**100**	400	130	440	120	58
70	280	92	320	84	26	**110**	440	140	475	130	72

c) Sopporti a mensola. — Da fissarsi a un muro o a una colonna. Proporzioni del sopporto come sopra (d_0 = unità). Altezza del piastrone H = da 3 d_0 a 7 d_0 secondo che lo sporto A varia fra 1,4 d_0 e 5 d_0; sua larghezza = 2,2 d_0. Diametro dei bulloni di fissamento del piastrone 0,2 d_0 (3 bulloni sino a d = 50mm,4 per > diam.). Peso approssimato:

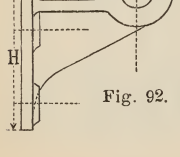
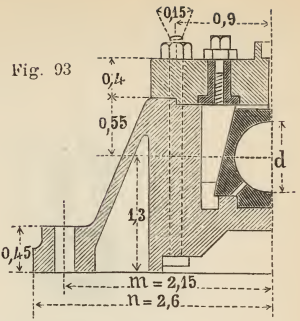


Fig. 92.

d =	**40**	**50**	**60**	**70**	**80**	**90**	**100** mm.
A = 1,4 d_0:	5	9	14	20	27	37	50 kg.
A = 5 d_0 :	18	30	50	75	100	140	200 kg.

d) Sopporti a tre cuscinetti per alberi di motrici a vapore (fig. 93). — Dimensioni come nella figura, riferite all'unità d_0. — Il sopporto è a 4 bulloni, con 2 cunei pei cuscinetti laterali, spostabili a vite mediante madrevite girevole di bronzo a testa esagona e dado di fissamento. Cuscinetto inferiore spostabile mediante grossezze sottoposte.

Fig. 93



e) Sopporti pendenti. — Tipo ordinario, fig. 94 e tabella LVIII; tipo Sellers, fig. 95 e tabella LIX. Cuscinetti come in *b*). Unità d_0.

LVIII. — Sopporti pendenti (fig. 94)

d mm.	A mm.	Num. bulloni di sosp.	Peso kg.	d mm.	A mm.	Num. bulloni di sosp.	Peso kg.	d mm.	A mm.	Num. bulloni di sosp.	Peso kg.
40	280	2	13,4	60	400	4	34,2	80	510	4	71,2
	364	2	15		520	4	37		663	4	80
45	310	2	16,8	65	425	4	42,4	85	540	4	87,2
	403	2	18		553	4	46		702	4	95
50	340	2	21,4	70	450	4	51,8	90	570	4	101,4
	442	2	24		585	4	56		741	4	110
55	370	4	27,2	75	480	4	62,8	95	595	4	116,8
	481	4	30		624	4	68		774	4	127

Fig. 94.

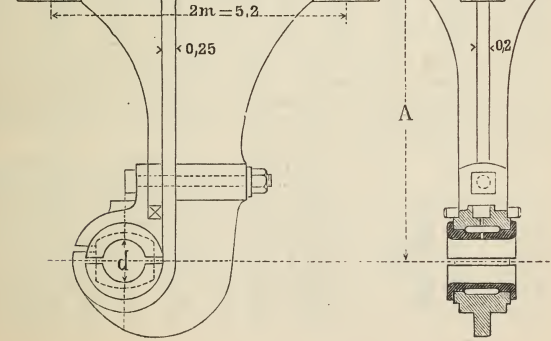
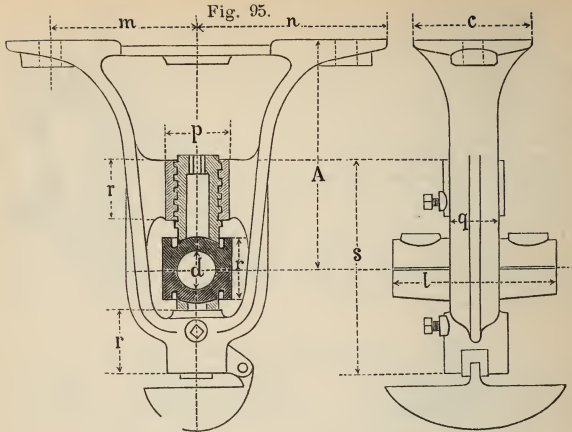


Fig. 95.

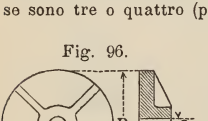


LIX. — Sopporti pendenti Sellers (fig. 95)

d	l	A	$2\,m$	$2\,n$	c	$r = p$	q	s	Spess. nervat.	Peso
mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	kg.
40	160	250	265	350	140	70	56	230	14	15,5
50	200	300	325	425	170	85	68	275	17	27,8
60	240	350	380	500	200	100	80	325	20	45,2
70	280	400	440	575	230	115	92	375	23	68,8
80	320	450	500	650	260	130	104	420	26	99,5
90	360	500	550	725	290	145	116	470	29	138
100	400	560	610	800	320	160	128	520	32	158

I sopporti pendenti si applicano ai soffitti mediante bulloni passanti, meglio coll'interposizione di un pezzo di tavolone di $60 \div 100$ mm. Diam. dei bulloni di sospensione: $0{,}3\ d_0$ se son soli due (per $d < 50^{mm}$); $0{,}25\ d_0$ se sono tre o quattro (per $d > 50^{mm}$).

Fig. 96.

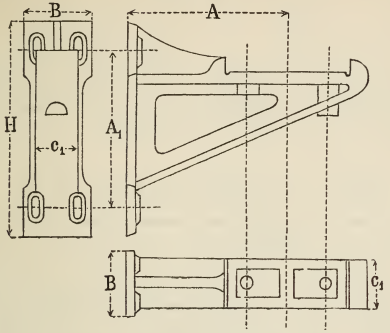


f) *Sopporti sopra mensola.* — Si applicano i sopporti ritti sopra mensole (fig. 97 e tabella LX) fissate alla parete con bulloni passanti, meglio coll'interposizione di una tavola di $15 \div 30$ mm. Diam. di questi bulloni: $0{,}3\ d_0$ se son 2 (per $A < 350^{mm}$); $0{,}25\ d_0$ se 3, o 4. — Contropiastre per le teste dei bulloni (fig. 96):

$D =$	**140**	**210**	**260**	**320**	**390**	**470** mm.
Peso =	3	8	13	16	23	33 kg.

Grossezza del muro: vedi N. **134**. Per trasmiss. pesantissime convien meglio appoggiar direttam. i sopporti ritti su pilastri sporgenti dal muro.

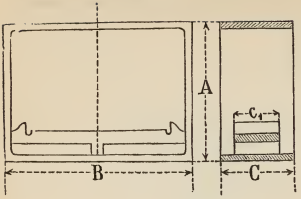
Fig. 97.



LX. — Mensole (fig. 97)

Diametro interno mm.	Sporto A mm.	H mm.	B mm.	$A_1 = A$ mm.	c_1 mm.	Spessore piastrone mm.	Spessore nervature mm.	Peso kg.
40-45	180	234	82	180	60	19	15	8,3
	270	352	114	270	60	19	15	13,0
	360	468	144	360	60	19	14	18,0
50-55	220	286	100	220	70	22	17	13,3
	330	430	138	330	70	22	17	21,0
	440	572	174	440	70	22	16	32,0
60-65	260	338	118	260	80	24	19	20,5
	390	508	162	390	80	24	19	33,0
	520	676	208	520	80	24	18	48,0
70-75	300	390	136	300	90	26	22	28,4
	450	586	188	450	90	26	22	47,0
	600	780	240	600	90	26	20	70,0
80-85	340	442	154	340	102	28	24	41,0
	510	664	214	510	102	28	24	65,0
	680	884	272	680	102	28	22	98,0
90-95	380	494	172	380	110	30	26	53,0
	570	742	240	570	110	30	26	88,0
	760	988	304	760	110	30	24	130,0
100-105	420	546	190	420	124	33	28	72,5
	630	820	266	630	124	33	28	116,0
110-115	460	598	208	460	134	35	30	91,0
	690	898	292	690	134	35	30	151,0
120-125	500	650	226	500	144	38	33	118,0
130-135	540	702	244	540	154	41	35	143,0
140-145	580	754	262	580	161	44	38	187,0

Fig. 98.



g) Cassette da muro (fig. 98 e tabella LXI).

Servono per appoggiarvi i sopporti ritti nella traversa a dei muri, collocandole in aperture a voltina praticate nel muro. Si impiegano pure per appoggiare le estremità degli alberi, anche nel caso che questi non attraversino il muro.

LXI. — Cassette da muro (fig. 98)

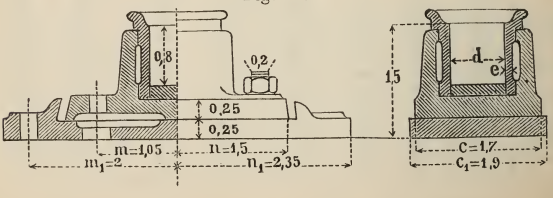
d	A	B	C	c_1	Spess.	Peso	d	A	B	C	c_1	Spess.	Peso
mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	kg.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	kg.
40	212	280	110	66	12	10,5	**100**	460	630	250	144	24	108,9
50	250	340	140	82	14	17,7	**110**	510	690	270	156	25	131,6
60	290	400	160	96	16	28,8	**120**	550	740	300	168	27	173,6
70	330	450	180	108	18	41,4	**130**	590	800	320	182	28	207,4
80	380	510	200	120	20	58,7	**140**	630	860	340	204	29	249,8
90	420	570	230	132	22	83,0	**150**	680	920	370	216	31	309,7

h) Sopporto di base (fig. 99 e tab. LXII). — Unità d_0 come sopra, pei numeri proporzionali della figura.

LXII. — Sopporti di base (fig. 99)

d	$2\,n_1$	c_1	Peso	d	$2\,n_1$	c_1	Peso	d	$2\,n_1$	c_1	Peso
mm.	mm.	mm.	kg.	mm.	mm.	mm.	kg.	mm.	mm.	mm.	kg.
30	216	88	3,6	**50**	320	130	15,0	**70**	424	172	32,0
35	240	98	6,6	**55**	348	142	19,0	**75**	452	184	38,0
40	264	108	8,3	**60**	376	152	23,0	**80**	480	194	44,0
45	290	120	11,6	**65**	400	162	27,0	**90**	540	218	60,0

Fig. 99.



212. Trasmissione a cigna.

1) *Dati per la trasmissione.* — Cigna aperta o incrociata per pulegge nello stesso piano; semi-incrociata (fig. 100) o con girelle di guida (fig. 101) per pulegge in piani perpendicolari (opifici di filatura, quando l'albero di trasmissione è perpendicolare agli alberi delle macchine). Nel caso della cigna semi-incrociata, la distanza fra le pulegge deve essere $>$ del doppio diametro della puleggia più grande, e in ogni caso non $< \left(\frac{\sqrt{2\,b\,R}}{3}\right)^m$ in cui R = raggio in m. della puleggia motrice, b = larghezza in mm. della cigna. Nella disposizione della fig. 101 le girelle folli di guida a sono due, infilate sullo stesso asse o su assi distinti, disposti in modo da potersi fissare nella posizione opportuna.

Fig. 100.

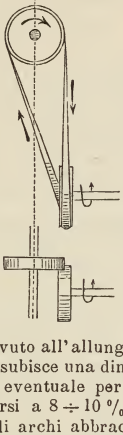
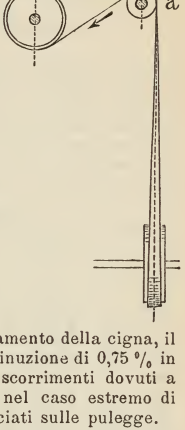


Fig. 101.



I numeri di giri delle pulegge stanno in ragione inversa dei raggi. Però per lo scorrimento dovuto all'allungamento della cigna, il numero giri della puleggia mossa subisce una diminuzione di 0,75 % in media, oltre a una $>$ diminuzione eventuale per scorrimenti dovuti a difetto d'aderenza, che può elevarsi a $8 \div 10$ % nel caso estremo di grandi forze combinate con piccoli archi abbracciati sulle pulegge.

Il rapporto fra i raggi delle pulegge non deve di regola essere minore di 1 : 5; anzi di 1 : 3, se la puleggia più piccola è la motrice. Quanto più piccolo è questo rapporto, tanto maggiore conviene che sia la distanza fra le pulegge. Possibilmente si cercherà che il tratto conduttore sia quello di sotto.

Cigne di cuoio. — Cigne semplici, larghezza ordinaria da 50 a 300 mm., con uno spessore di $4 \div 7$ mm. e un carico di sicurezza di $0{,}10 \div 0{,}35$ kg. per mmq. — Cigne composte di doppio o triplo spessore, cigne a catena: larghezza sino a 600^{mm} e più; carico di sicurezza 0,35 kg.

Cigne di caucciù: spessore 2^{mm} per ognuna delle tele che le compongono; larghezza qualunque; carico di sicurezza $0{,}25 \div 0{,}30$ kg. per mmq. — Cigne tessute (canape, crine, pelo di cammello, ecc.): da adottarsi solo quando non vi sieno incroci o sfregamenti; stesse larghezze che per cigne di cuoio semplici, a pari forza trasmessa.

Per trasmettere una forza P, la tensione T nel tratto conduttore di una cigna di cuoio deve essere almeno $= 2\,P \div 2{,}5\,P$, e la tensione t nel tratto condotto $= P \div 1{,}5\,P$, secondo che l'arco abbracciato sulla puleggia minore varia fra π e $0{,}8\ \pi$. Pel caucciù $T = 1{,}5\,P \div 2\,P$, $t = 0{,}5\,P \div P$ per gli stessi valori dell'arco abbracciato.

Velocità periferica delle pulegge, più grande che possibile, anche sino a 30^m al $1''$.

2) *Calcolazione delle cigne.* — In generale, la larghezza b (mm.) di una cigna di s mm. di spessore, che si possa assoggettare a un carico di sicurezza K (kg. per mmq.), si calcola colla:

$$b = \frac{T}{sK} \quad (T \text{ tensione massima, come a pag. precedente}).$$

Per cigne di cuoio semplici, si può applicare la formola:

$$b = 14\sqrt{P} \div 18\sqrt{P} = 120\sqrt{\frac{N}{v}} \div 156\sqrt{\frac{N}{v}}$$

in cui P = forza tangenziale in kg.; N = forza in cavalli; v = velocità periferica in m. al $1'' = 0{,}105\,Rn$, essendo R il raggio in m., e n il numero giri al $1'$ di una delle due pulegge. — Si applicherà il minor valore di b soltanto pei grandi valori di v.

La seg. tab. LXIII dà il più grande dei due valori di b, pel caso delle cigne semplici; per le cigne doppie o triple, si cercherà il b corrispondente alla metà o al terzo dei valori dati di P, N.

LXIII. — Cigne di cuoio

b mm.	P kg.	$\frac{N}{v}$	b mm.	P kg.	$\frac{N}{v}$	b mm.	P kg.	$\frac{N}{v}$	b mm.	P kg.	$\frac{N}{v}$
60	11	0,15	160	79	1,05	260	207	2,76	420	544	7,25
70	15	0,20	170	89	1,19	270	224	2,99	440	597	7,96
80	20	0,27	180	102	1,36	280	241	3,21	460	653	8,71
90	25	0,33	190	111	1,48	290	258	3,44	480	710	9,47
100	31	0,41	200	123	1,64	300	277	3,69	500	770	10,27
110	37	0,49	210	135	1,80	320	316	4,21	520	834	11,12
120	44	0,59	220	148	1,97	340	355	4,73	540	905	12,07
130	52	0,69	230	162	2,16	360	400	5,33	560	968	12,91
140	60	0,80	240	177	2,36	380	445	5,83	580	1038	13,84
150	69	0,92	250	192	2,56	400	491	6,59	600	1110	14,80

Secondo gli esperimenti di Gehrcken, conviene invece di calcolare le cigne colla tabella LXIII *bis* (a pag. seguente), la quale dà lo sforzo tangenziale che si può ammettere per ogni mm. di largh. della cigna, secondo la velocità periferica e il diametro della puleggia più piccola, supposto che la trasmissione si faccia nelle condizioni più favorevoli per rapporto di diametri e distanza delle pulegge (vedi pag. preced.).

Esempio. — Si debba calcolare una cigna per trasmettere 100 cav. con una puleggia di $1^m{,}60$ di diam. a 120 giri al $1'$. — Si ha:

$$v = 0{,}105 \cdot 0^m{,}80 \cdot 120 = 10^m{,}08; \quad P = \frac{75.100}{10{,}08} = 744\,\text{kg.}; \quad \frac{N}{v} = \frac{100}{10{,}08} = 9{,}92$$

La tab. LXIII dà una largh. di cigna semplice di circa 500 mm. Ma dovendosi preferire una cigna doppia, si cercherà il b corrispondente alla metà di P, cioè a 372 kg., che si trova essere 350 mm. circa.

Colla tab. LXIII *bis* si trova, interpolando, per cigna doppia e per una puleggia di 1600 mm. (supposto che sia la più piccola delle due) uno sforzo di 1,76 kg.; quindi la larghezza richiesta sarebbe:

$$b = \frac{744}{1{,}76} = 420 \text{ mm. circa.}$$

LXIII *bis.* — Cigne di cuoio secondo Gehrcken

A. Cigne semplici

Diam. puleggia minore mm.	Forza in kg. per ogni mm. di larghezza della cigna, secondo che la velocità periferica in m. al 1" è di:					
	3	5	10	15	20	25 e più
100	0,20	0,25	0,30	0,30	0,35	0,35
200	0,30	0,40	0,50	0,55	0,60	0,65
500	0,50	0,70	0,80	0,90	1,10	1,10
1000	0,60	0,85	1,00	1,10	1,20	1,30
2000 e più	0,70	1,00	1,20	1,30	1,40	1,50

B. Cigne doppie

Diam. puleggia minore mm.	Forza in kg. per ogni mm. di larghezza della cigna, secondo che la velocità periferica in m. al 1" è di:					
	3	5	10	15	20	25 e più
500	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,30
1000	1,00	1,20	1,40	1,60	1,70	1,80
2000 e più	1,20	1,50	2,00	2,20	2,50	2,50

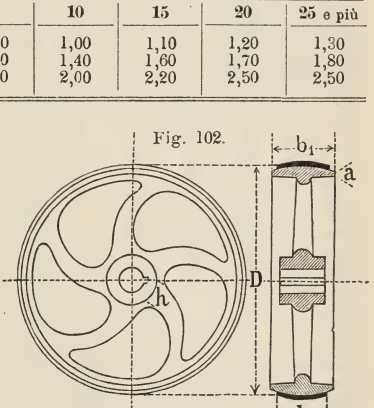
3) *Pulegge di ghisa* (fig. 102).

$b_1 = 20 + 1{,}1\,b$ per pulegge isolate, $= 20 + b$ per pulegge accoppiate (fissa e folle);

$a = 2 + 0{,}01\,b_1$; saetta di curvatura del cerchione = da $0{,}02\,b_1$ a $0{,}04\,b_1$ per pulegge isolate, nulla per pulegge accoppiate.

Numero i delle razze e loro larghezza h al mozzo secondo la seg. tabella:

Fig. 102.



Per $^R/_b$ =	1 ÷ 2	3 ÷ 4	5 ÷ 6	7 ÷ 8	9 ÷ 10	11 ÷ 12	13 ÷ 14
i =	3	4	5	6	7	8	9
$^h/_b$ =	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,80

Larghezza delle razze alla periferia $= {}^2/_3\,h$; sezione ovale di grossezza $= {}^1/_2$ larghezza. Spessore del mozzo $m = 10 + 0{,}4\,h$; sua lungh. = almeno 2,5 m per pulegge isolate, $= b_1 + 2$ per pulegge accoppiate.

Generalmente le pulegge comuni si fanno spaccate in due pezzi.

LXIV. — Peso delle pulegge di ghisa

(La tabella dà il peso delle pulegge in un pezzo; per pulegge spaccate, o in due pezzi, il peso è da 11 a 12 % maggiore).

Diam. in mm.	Peso in kg. per larghezze di mm.:										
	75	100	125	150	200	250	300	350	400	450	500
200	6	7,5	9	11	13	16	20	24	28	—	—
220	6,5	8,1	9,6	11,6	14	18	22	26	30	—	—
240	7	8,7	10,2	12,2	15	19	23	27	32	—	—
260	7,5	9,3	10,8	12,8	16	20	25	29	34	—	—
280	8	9,9	11,4	13,4	17	22	26	31	35	—	—
300	8,5	10,5	12	14	18	23	28	33	37	—	—
320	9,3	11,3	12,9	15	19	25	30	35	40	—	—
340	10,1	12,1	13,8	16	20	26	32	37	42	—	—
360	10,9	12,9	14,7	17	21	28	33	39	45	—	—
380	11,5	13,7	15,6	18	23	29	35	41	47	—	—
400	12,3	14,5	16,5	19	24	31	37	43	50	—	—
420	13	15,3	17,4	20,1	25	32	39	46	52	59	65
440	13,9	16,1	18,3	21,2	26	34	41	48	55	61	68
460	14,6	16,9	19,2	22,3	28	36	43	50	57	65	72
480	15,3	17,7	20,1	23,4	29	37	45	53	60	68	76
500	16	18,5	21	24,5	30	39	47	55	63	72	80
550	16,2	20,3	23,8	27,5	35	44	54	63	72	82	91
600	17,5	22,2	25,6	30,5	39	50	61	71	81	92	103
650	19,4	24	28,5	33,7	44	55	67	79	91	103	115
700	21	26	31,5	37	48	61	74	87	100	113	126
750	23	29,5	36	42	55	70	85	100	114	129	144
800	—	33	40	47	62	78	95	112	128	145	162
850	—	36,5	44,5	52	68	87	106	124	143	161	179
900	—	40	49	57	75	95	116	137	157	177	197
950	—	43,5	53	62	82	104	127	149	171	193	215
1000	—	47	57,5	67	89	112	137	161	185	209	233
1100	—	55,5	67	79	104	133	163	194	223	253	282
1200	—	64	77	91	119	154	190	226	261	297	331
1300	—	72	87	103	135	175	216	258	300	341	382
1400	—	—	—	115	151	197	245	292	340	387	434
1500	—	—	—	128	169	219	274	327	381	434	486
1600	—	—	—	142	186	242	303	362	421	480	541
1700	—	—	—	155	203	265	332	397	462	527	593
1800	—	—	—	167	223	292	364	434	506	577	649
1900	—	—	—	—	243	318	394	471	550	627	706
2000	—	—	—	—	263	345	428	510	593	678	764
2100	—	—	—	—	280	369	460	550	641	734	828
2200	—	—	—	—	296	393	492	590	689	791	893
2300	—	—	—	—	313	419	524	631	738	847	958
2400	—	—	—	—	330	443	556	671	785	904	1023
2500	—	—	—	—	347	467	588	711	835	961	1088
2600	—	—	—	—	371	497	624	753	882	1013	1144
2700	—	—	—	—	396	528	660	795	929	1065	1204
2800	—	—	—	—	421	559	697	837	976	1117	1261
2900	—	—	—	—	445	589	733	879	1023	1169	1317
3000	—	—	—	—	470	620	770	920	1070	1220	1374

4) *Pulegge di ferro* (Split-drums). — Cerchione di lamiera in 2 pezzi, largh. come sopra. Razze di ferro tondo, in una o due crocere (secondo la largh.) di 12 ÷ 16 razze cadauna. Mozzo di ghisa in 2 pezzi. — Il peso è approssim. 0,6 ÷ 0,7 del peso esposto nella tabella LXIV per pulegge di ghisa di pari larghezza e diametro.

213. Trasmissione a corde. — Corde ordinariam. impiegate:

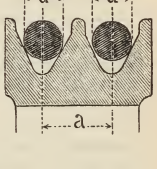
Diametro esterno della corda d:		**30**	**35**	**40**	**45**	**50**	mm.
Peso al m. corrente...	canape :	0,60	1,00	1,30	1,80	2,10	kg.
	manilla:	0,50	0,90	1,20	1,50	1,80	kg.

Coefficiente di sicurezza $K = 0^{k},1$ per mmq. della sezione di diam. d.
Minimi valori di T, t per trasmettere una forza P (N. ***212***):

$$T = 2P; \quad t = P$$

Diametro delle pulegge = almeno 25 d; d'ordinario non minore di 80 d per pulegge motrici, di 40 d per pulegge mosse. Gole delle pulegge come a fig. 103; angolo delle gole da 35° a 50°, secondo che d varia da 30 a 50 mm.; distanza fra le mezzarie delle gole $a = 1,1\,d + 10$ mm.

Fig. 103.



Razze e mozzo come pei volani, N. ***279***.

Distanza fra i centri delle pulegge non $> 20^{m}$, nè < della somma dei loro diametri. Centri possibilmente a livello, o col minimo dislivello possibile. Tratto conduttore preferibilmente al disotto.

Velocità v alla periferia delle pulegge: conviene che sia grande, però non $> 30^{m}$ al $1''$. D'ordinario $v = 6 \div 20$ m. al $1''$.

LXV. — Peso delle pulegge a corde

(pulegge in due pezzi)

Diam. corda mm.	N.° delle gole	Peso in kg. per un diametro di puleggia di mm.:									
		800	**1000**	**1250**	**1500**	**1750**	**2000**	**2250**	**2500**	**2750**	**3000**
30	**1**	86	114	144	171	195	258	—	—	—	—
	2	115	153	190	230	253	332	—	—	—	—
	3	137	195	331	295	338	425	—	—	—	—
40	**1**	—	170	205	247	295	363	415	473	540	580
	2	—	237	298	358	430	506	563	650	745	800
	4	—	385	470	578	685	790	870	1010	1140	1240
	6	—	560	670	810	1010	1130	1280	1450	1680	1830
	8	—	705	860	1030	1280	1420	1580	1840	2080	2270
	10	—	845	1050	1250	1540	1720	1930	2210	2500	2710
50	**1**	—	240	305	360	435	515	605	685	770	860
	2	—	325	405	485	580	675	780	880	980	1085
	4	—	515	640	770	915	1050	1185	1335	1500	1650
	6	—	770	960	1185	1370	1600	1850	2100	2350	2600
	8	—	965	1215	1415	1730	2020	2310	2610	2900	3200
	10	—	1130	1430	1730	2160	2360	2700	3050	3420	3780

Numero i di corde per trasmettere una forza di N cavalli con una velocità periferica di v m. al $1''$:

$$i = 190 \frac{N}{K v d^2}; \text{ e per } K = 0^k,1: \; i = 1900 \frac{N}{v d^2}$$

in base alla qual formola è calcolata la seguente tabella:

d	Forza in cav. trasmissibile da cadauna corda, per $v =$									
mm.	6^m	8^m	10^m	12^m	14^m	16^m	18^m	20^m	22^m	24^m
30	2,8	3,8	4,7	5,7	6,6	7,6	8,5	9,5	10,3	11,4
35	3,9	5,1	6,4	7,7	9,0	10,3	11,6	12,9	14,1	15,5
40	5,0	6,7	8,4	10,1	11,7	13,4	15,2	16,8	18,4	20,2
45	6,4	8,5	10,6	12,8	14,8	17,0	19,2	21,3	23,3	25,6
50	7,9	10,5	13,1	15,8	18,3	21,0	23,7	26,3	28,7	31,6

214. Trasmissione telodinamica.

1) *Calcolazione.* — Funi di ferro o acciaio, d'ordinario di $24 \div 72$ fili. Diametro dei fili $\delta = 0,5 \div 2,5$ mm.

Diametro della fune $d =$	$8\,\delta$	$10,25\,\delta$	$12,80\,\delta$	$14,20\,\delta$
Per un numero di fili $i =$	$24 \div 36$	48	60	72

Peso per m. corr. approssimatamente $= 0,0075\, i\, \delta^2$ kg.

Minimi valori di T, t (N. **212**): $T = 2P$; $t = P$.

Distanza L fra i centri delle pulegge non $< 20^m$, non $> 120^m$, salvo casi eccezionali.

Velocità v della fune non $> 30 \div 32$ m. al $1''$: d'ordinario $6 \div 25$ m., assumendosi tanto più grande, quanto $>$ è la forza trasmessa.

Si sceglie K (tensione per mmq. di sezione metallica nel tratto conduttore) generalmente $< 10^k$. Quanto più K è piccolo, tanto $<$ riesce il raggio delle pulegge e $>$ la saetta d'incurvamento della fune. Fissato K (d'ordinario fra 4 e 8 kg. e per piccole distanze anche < 4), si ha il valore di δ per trasmettere una forza di N cavalli con una velocità di v m. al $1''$ dalla formola:

$$\delta = 13,85 \sqrt{\frac{N}{i K v}}$$

in base alla quale è calcolata la seguente tabella:

Valori di δ per $i =$					$\frac{N}{Kv}$	Valori di δ per $i =$					$\frac{N}{Kv}$
24	**36**	**48**	**60**	**72**		**24**	**36**	**48**	**60**	**72**	
mm.	mm.	mm.	mm.	mm.		mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	
0,6	0,5	—	—	—	0,047	2,2	1,6	1,4	1,3	1,1	0,482
0,8	0,6	0,5	—	—	0,068	2,5	1,8	1,6	1,4	1,3	0,610
0,9	0,7	0,6	0,6	0,5	0,092	—	2,0	1,7	1,6	1,4	0,753
1,0	0,8	0,7	0,6	0,6	0,121	—	2,2	1,9	1,7	1,6	0,912
1,3	0,9	0,8	0,7	0,7	0,153	—	2,4	2,1	1,9	1,7	1,085
1,5	1,0	0,9	0,8	0,8	0,188	—	—	2,3	2,0	1,9	1,273
1,7	1,2	1,0	0,9	0,9	0,279	—	—	2,4	2,2	2,0	1,477
2,0	1,4	1,2	1,1	1,0	0,369	—	—	—	2,3	2,1	1,700

Si ha quindi il minimo raggio R (in mm.) delle pulegge dalla:

$$R \text{ non} < \frac{10000}{18 - K}\,\delta, \text{ e in pari tempo non} < 75\,d$$

Prendendo $R =$ a questo limite, la tensione della fune nella parte avvolta sulle pulegge raggiunge il massimo limite ammissibile, per la sicurezza, di 18 kg. per mmq. Ove R risultasse troppo grande, si assumerà per K un valore minore.

2) *Saetta d'incurvamento* dei due tratti di fune.

a) Per trasmissione orizzontale alla distanza di L^m, approssim.:

tratto conduttore: saetta $f_1 = 0{,}0012\,\frac{L^2}{K}$ (in metri);

tratto condotto: $f_2 = 2\,f_1$; fune in riposo $f_0 = 1{,}5\,f_1$.

b) Per trasmissione inclinata alla distanza orizzontale L, con un dislivello di H^m fra i centri delle pulegge, si ha:

saetta riferita all'orizzontale del punto di tangenza più basso:

$$f_h = f\left(1 + \frac{1}{16}\,\frac{H^2}{f^2}\right) - \frac{H}{2};$$

distanza del vertice della curva dalla verticale del punto medesimo:

$$a = \frac{L}{2}\left(1 - \frac{1}{4}\,\frac{H}{f}\right)$$

nelle quali formole si porrà per f la saetta, sia nel tratto conduttore (f_1) che nel tratto condotto (f_2) o al riposo (f_0), che corrisponderebbe alla stessa trasmissione se fosse orizzontale.

Se i valori di f nei casi *a*) e *b*) fossero troppo grandi per le condizioni locali, si prenderà per K un valore maggiore.

I dati precedenti servono a tracciare la curva (ritenuta approssimatamente una parabola) e a determinare la lunghezza della fune.

3) *Pulegge* (fig. 104).

Profondità della gola $= 15 + 1{,}5\,d$; giuoco laterale della fune $4 \div 5$ mm. per parte; guarnizione di caucciù, legno, cuoio, aloè, ecc.; numero delle razze:

$$I = 4 + 0{,}025\,\frac{R}{d};$$

loro larghezza al mozzo:

$$h = 4\,d + 0{,}25\,\frac{R}{I};$$

loro grossezza $= 0{,}5\ h$ per sezione ovale, $= 0{,}2\ h$ per sezione rettangolare (con nervature). Mozzo come al N. **212**. La larghezza b risulta dal disegno.

Fig. 104.

4) *Disposizioni per grandi distanze*. Si possono impiegare due sistemi: 1° una sola fune, con pulegge di sostegno intermedie (loro raggio = a quello delle pulegge estreme pel tratto conduttore; non

$< \frac{10000}{18 - K/2}\,\delta$ pel tratto condotto); 2° serie di funi successive, possibilm. a distanze eguali, con pulegge intermedie a doppia gola.

215. Perdita di forza nella trasmissione per cigne o corde. — La frazione della forza trasmessa, che si perde per l'attrito nei perni prodotto dalla tensione d'una cigna, è in media:

$$0{,}20\left(\frac{d}{D} + \frac{d_1}{D_1}\right) + 0{,}0075 \text{ per l'allungamento (N. } \textbf{212})$$

essendo $D\,D_1$ i diametri delle pulegge, $d\,d_1$ quelli dei perni. Per es., per $D = 1^m$, $D_1 = 0^m{,}50$, $d = 0^m{,}10$, $d_1 = 0^m{,}05$, la perdita sarebbe:

$$0{,}01 + 0{,}0075, \text{ ossia } 4{,}75\ \% \text{ della forza trasmessa.}$$

Però, computando anche l'attrito dovuto al peso dei pezzi, l'aumento d'attrito prodotto dalla cigna risulta minore, sino a ridursi a meno di $^1/_2 \div {}^1/_3$ per cigne orizzontali, e a zero, o quasi, per cigne verticali.

Per trasmissioni a corde vale la stessa formola. Nelle trasmissioni telodinamiche, la perdita di forza è in tutto $2 \div 2{,}5\ \%$ per trasmissioni in una tratta sola; $1{,}5 \div 2\ \%$ per ogni tratta, se sono più d'una.

216. Ingranaggi.

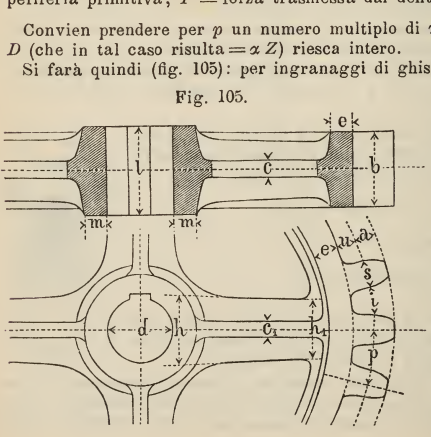
1) *Proporzioni dei denti.*

D = diametro della periferia primitiva; Z = numero dei denti; p = passo; s = spessore dei denti alla periferia primitiva (tutte queste dimensioni in mm.); N = forza in cavalli; v = velocità in m. al $1''$ alla periferia primitiva; P = forza trasmessa dai denti $= \frac{75\,N}{v}$.

Convien prendere per p un numero multiplo di π, cioè $p = \alpha\,\pi$, onde D (che in tal caso risulta $= \alpha\,Z$) riesca intero.

Si farà quindi (fig. 105): per ingranaggi di ghisa con ghisa:

Fig. 105.



$s = 0{,}48\,p$.

Per ingranaggi di ghisa con legno:

$s = 0{,}38\,p$ pel dente di ghisa;

$s = 0{,}57\,p$ pel dente di legno.

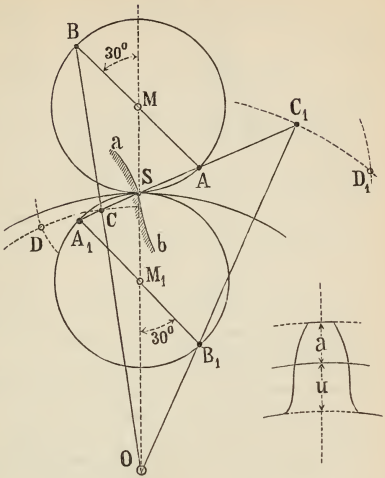
$a = 0{,}3\,p$ } in tutti i
$u = 0{,}4\,p$ } casi

$b = 2\,p$ per ruote lente (ruotismi a mano, macchine sollevatrici, ecc.);

$b = 2{,}5\ p \div 4\,p$ per velocità medie e grandi (trasmissioni, motori, ec.).

2) *Tracciamento dei denti per ruote d'assortimento* (tutte le ruote dello stesso passo capaci di ingranare fra loro).

Fig. 106.



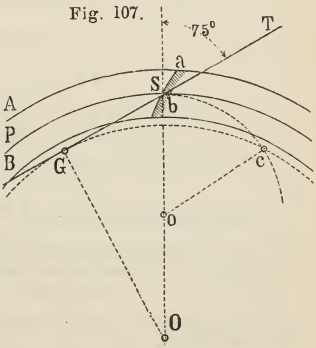
a) Tracciamento approssimato della dentatura cicloidale (fig. 106).

OS = raggio della periferia primitiva della ruota; M, M_1 circonfer. di raggio = $0{,}875\,p = 2{,}75\,\alpha$. AB, A_1B_1 diametri inclinati a 30° sulla linea dei centri. Si conducono OB, OB_1 ad incontrare in C, C_1 la ASA_1. Centro in O, raggio OC, OC_1 si descrivono due archi di circolo (circonfer. o linee dei centri): centro in S, raggi AC, A_1C_1, si tagliano questi archi in D, D_1 che sono i centri per tracciare gli archi aS, bS del profilo del dente. Eguale tracciamento per una ruota a dentatura interna.

Nel caso d'una dentiera, condotti i diametri AB, A_1B_1 come sopra, si conducono per A, A_1 le parallele al profilo della dentiera (linee dei centri). Centro in S, raggio AA_1, si tagliano ambedue queste parallele e si hanno i centri pel profilo del dente.

b) Tracciamento approssimato della dentatura a sviluppante.

Fig. 107.

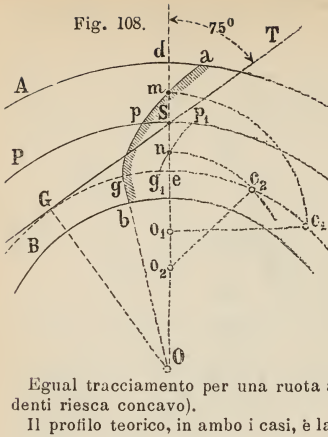


1° Caso: $Z \overset{=}{>} 55$ (fig. 107).

P periferia primitiva; A, B periferia esterna ed interna della dentatura. Si conduce la retta TSG inclinata di 75° sulla linea dei centri e la circonferenza OG ad essa tangente (circonferenza dei centri). Centro in o a metà di OS si descrive un arco, che taglia in c la periferia G. Il punto c è il centro per descrivere l'arco aSb del dente.

Nel caso di una dentiera, l'arco aSb diventa una retta inclinata di 15° sulla linea dei centri.

Fig. 108.



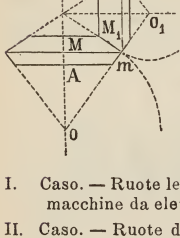
2° Caso: $Z < 55$ (fig. 108). Si traccia la retta TSG e il circolo OG (circonferenza dei centri) come sopra. Si divide Sd per metà in m; si fa centro in o_1 a metà di Om per descrivere un arco che taglia in c_1 il circolo G. Il punto c_1 è il centro per descrivere la parte esterna amp del profilo del dente. Si prende quindi $Sn = \frac{2}{3} Se$; centro in o_2 a metà di On si descrive un arco che taglia in c_2 il circolo G. Il punto c_2 è il centro per tracciare la parte interna $p_1 n g_1$ del dente, che poi si riporta in pg. Il profilo del dente si completa poi col tratto radiale gb.

Egual tracciamento per una ruota a dentatura interna (il profilo dei denti riesca concavo).

Il profilo teorico, in ambo i casi, è la sviluppante del circolo OG, prolungata internamente ad esso, per $Z < 55$, con un tratto radiale.

c) Ruote coniche (fig. 109). — Tracciati i profili dei coni complementari AA_1, perpendicolari ai coni primitivi MM_1, se ne fanno gli sviluppi, e su questi si tracciano i denti come per un ingranaggio cilindrico, considerando come periferie primitive le circonf. di raggi Om, $O_1 m$.

Fig. 109.



3) *Calcolazione delle ruote dentate.* Si determina il passo p colla formola:

Per ingranaggi ghisa con ghisa: $bp = \frac{17\ P}{K}$

Per ingranaggi ghisa con legno: $bp = \frac{27\ P}{K}$

(K coefficiente di sicurezza in kg. per mmq.).

I. Caso. — Ruote lente per ruotismi a mano, macchine da elevar pesi e simili ..... $b = 2p$; $K = 3$

II. Caso. — Ruote di trasmissione a piccola velocità ($v < 3^m$ al $1''$) ..... $b = 2{,}5\,p \div 3\,p$; $K = 2{,}5$

III. Caso. — Ruote di trasmissione a gran velocità ($v = 3^m \div 15^m$ al $1''$) ..... $b = 3p \div 4p$; $K = 1{,}25$

IV. Caso. — Ruote a grandissima velocità, oppure soggette ad urti (molini, laminatoi, macchine-utensili, ecc.): si prenderà $p = 1{,}5$ a 2 volte il valore calcolato pel III Caso.

Negli ingranaggi di ghisa con legno, si danno i denti di legno alla ruota conduttrice.

LXVI. — Tabella delle ruote dentate (Z = numero dei denti)

Passo $p = \alpha\,\pi$	Diametro $D = \alpha\,Z$	Spessore dei denti s	Ingranaggi ghisa con ghisa — Valori di P — Caso I $b =$	Caso II $b =$		Caso III $b =$		Ingranaggi ghisa con legno — Spess. del dente di ghisa s	Spess. del dente di legno s_1	Valori di P — Caso II $b =$		Caso III $b =$		Peso approssimato per $b = 3\,p$ (vedi pag. 222): varia da	a
			$2\,p$	$2{,}5\,p$	$3\,p$	$3\,p$	$4\,p$			$2{,}5\,p$	$3\,p$	$3\,p$	$4\,p$		
mm.	mm.	mm.	mm.	kg.	kg.	kg.	kg.	mm.	mm.	kg.	kg.	kg.	kg.	kg.	kg.
$3\,\pi =$	9,4	$3\,Z$	4,5	32	33	39	20	25	—	—	—	—	—	—	0,06 Z	0,075 Z
4 »	12,6	4 »	6	57	60	69	35	45	—	—	—	—	—	—	0,13 »	0,2 »
5 »	15,7	5 »	7,5	89	93	108	54	70	—	—	—	—	—	—	0,2 »	0,3 »
6 »	18,8	6 »	9	127	132	155	80	105	—	—	—	—	—	—	0,3 »	0,4 »
7 »	22,0	7 »	10	174	180	210	105	140	—	—	—	—	—	—	0,5 »	0,8 »
8 »	25,1	8 »	12	225	235	275	140	180	—	—	—	—	—	—	0,7 »	1,2 »
9 »	28,3	9 »	13	288	300	350	180	240	—	—	—	—	—	—	0,9 »	1,6 »
10 »	31,4	10 »	15	355	370	435	220	290	12	18	235	275	140	180	1,5 »	2,2 »
12 »	37,7	12 »	18	500	520	625	310	410	14	21	340	390	200	265	2,5 »	3,5 »
14 »	44,0	14 »	21	700	730	850	430	560	17	25	470	560	280	370	3,5 »	4,6 »
16 »	50,3	16 »	24	900	940	1100	550	720	19	28	590	700	350	460	5 »	7 »
18 »	56,5	18 »	27	1150	1200	1400	700	920	21	32	730	850	430	560	7 »	9,5 »
20 »	62,8	20 »	30	1420	1480	1750	880	1150	24	36	940	1100	550	720	9 »	12 »
22 »	69,1	22 »	33	1720	1800	2100	1050	1400	26	39	1120	1300	650	850	12 »	16 »
24 »	75,4	24 »	36	2000	2080	2500	1250	1650	28	42	1300	1520	760	1000	16 »	21 »
26 »	81,7	26 »	39	2400	2500	2900	1450	1900	31	46	1600	1870	940	1230	20 »	26 »
28 »	88,0	28 »	42	2800	2900	3400	1700	2250	33	49	1800	2100	1050	1400	24 »	31 »
30 »	94,3	30 »	45	3200	3300	3900	1950	2600	36	54	2100	2500	1250	1650	28 »	37 »
32 »	100,5	32 »	48	3600	3750	4400	2200	2950	38	57	2350	2800	1380	1820	32 »	43 »
34 »	106,8	34 »	51	4100	4300	5000	2500	3300	41	61	2750	3200	1620	2150	37 »	50 »
36 »	113,1	36 »	54	4600	4800	5600	2800	3700	43	64	3050	3600	1800	2400	—	—
38 »	119,4	38 »	57	5100	5300	6200	3100	4100	45	67	3300	3900	1950	2600	—	—
40 »	125,7	40 »	60	5700	5900	6900	3450	4600	48	72	3750	4400	2200	2950	—	—

La precedente tabella LXVI dà, per una serie di passi eguali a un multiplo di π, i valori di P, lo spessore dei denti e il diametro di una ruota di Z denti, oltre ai limiti fra cui varia il peso della ruota (per $b = 3\,p$), secondo che la costruzione è leggera o pesante. Se, invece di P, son dati la forza N in cavalli, il raggio R della ruota in metri e il numero di giri n al 1′, si calcolerà:

$$v = 0{,}105\,Rn = 0{,}1\,Rn \text{ circa; indi: } P = \frac{75\,N}{v} = 715\,\frac{N}{Rn}.$$

Esempio: calcolare una ruota di 1^m di raggio e 50 giri al 1′ per trasmettere 20 cavalli (ingranaggio ghisa con ghisa). Si ha:

$$v = 5^m{,}25 \text{ al } 1'';\ P = 286{,}4 \text{ kg.} = \text{circa } 300 \text{ kg.}$$

La tabella (III Caso, $b = 3\,p$) dà, per $P = 310$, $p = 12\,\pi = 37^{mm},7$. Il diametro della ruota essendo $D = 2000^{mm}$, si avrebbe:

$$12\,Z = 2000;\ \text{d'onde } Z = 166{,}67$$

invece di che si prenderà, per es.: $Z = 160$; $p = \dfrac{2000\,\pi}{160} = 39^{mm},27$.

Per ruote ordinarie di trasmissione con denti di ghisa, formato il prodotto Rn (R espresso in m.), può adoperarsi la tabella LXVII, che dà il passo p secondo la forza in cavalli, per $b = 3\,p$.

LXVII. — Ruote di trasmissione

Forza in cav. N	Valori di p in mm. per $R \times n =$						
	5	**10**	**15**	**20 ÷ 25**	**30 ÷ 50**	**60 ÷ 75**	**80 ÷ 100**
2	26	21	18	15	15	15	15
4	38	29	24	21	18	17	16
6	46	36	29	26	21	19	17
8	52	41	33	29	24	22	19
10	58	46	38	32	27	26	21
12	64	50	41	36	29	28	23
14	69	55	45	38	31	30	25
16	74	58	48	41	33	32	26
18	78	62	50	44	36	33	28
20	82	64	53	46	38	35	30
25	92	71	59	51	42	38	34
30	101	82	65	56	46	42	38
40	118	92	75	61	53	48	42
50	—	101	83	72	59	54	46

4) *Rapporti di velocità e di forza.* — In un sistema di ingranaggi composto di una o più coppie di ruote, essendo r_1, r_2... i raggi e z_1, z_2... i numeri di denti delle ruote conduttrici; R_1, R_2... Z_1, Z_2... gli stessi elementi per le ruote condotte, n_1, n_m i numeri di giri al 1′ del 1° e dell'ultimo asse, M_1, M_m i momenti della potenza e della resistenza rispetto a questi assi (attriti esclusi, vedi N. **217**), si ha:

$$\frac{n_m}{n_1} = \frac{r_1\,r_2\ldots}{R_1\,R_2\ldots} = \frac{z_1\,z_2\ldots}{Z_1\,Z_2\ldots};\quad \frac{M_1}{M_m} = \frac{n_m}{n_1}.$$

Massimo rapporto di trasmissione fra due ruote: $3 \div 4$ per grandi forze trasmesse con piccola velocità (passando dal lento al celere); $5 \div 8$ per piccole forze con grande velocità (dal celere al lento); $8 \div 12$ nelle macchine da elevar pesi e apparecchi consimili.

Minimo numero dei denti dei rocchetti, o pignoni: ruote lente non < 10; ruote celeri non $< 20 \div 40$ secondo la velocità.

5) *Peso delle ruote dentate.* — I limiti del peso di una ruota cilindrica di Z denti e di passo p sono dati, per $b = 3\,p$, dalla tabella LXVI. Per $b = 2\,p$; $2{,}5\,p$; $4\,p$, il peso è circa $^2/_3$; $^5/_6$; $^4/_3$ di quello dato dalla tabella. — Per ruote coniche, il peso è circa 0,9 di quello di una ruota cilindrica di egual passo e numero di denti.

6) *Costruzione delle ruote dentate.*

Grossezza della corona: ruote cilindriche con denti di ghisa (fig. 105, pag. 218) $e = 3 + 0{,}4\,p$; ruote coniche (fig. 111) $e_1 = 3 + 0{,}5\,p$. Ruote con denti di legno, grossezza doppia (fig. 110, 112).

Fig. 110.

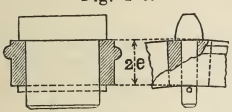


Fig. 111.

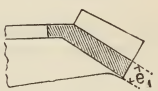
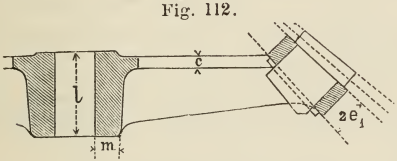


Fig. 112.



Numero razze: $i =$ da 4 a 10 dalle piccole alle grandi ruote.

Larghezza al mozzo delle razze a nervature: si fissa ad occhio fra $h = 1{,}5\,p$ e $h = 3\,p$; se ne determina quindi la grossezza $c = \beta\,b$, in cui β è dato dalla seguente tabella:

$\frac{h}{p}$	Valori di β, per $\frac{Z}{i} =$							
	7	9	12	16	20	25	30	40
1,5	0,20	0,28	0,37	0,50	0,62	0,78	0,93	1,24
2	0,12	0,16	0,21	0,28	0,35	0,44	0,53	0,60
2,5	0,08	0,10	0,13	0,18	0,22	0,28	0,34	0,45
3	0,05	0,07	0,09	0,12	0,16	0,19	0,23	0,31

Nervatura c_1 (fig. 105) $= 0{,}8\,e$ (per ruote coniche $0{,}8\,e_1$); $h_1 = {}^2/_3\,h$. Per razze a sezione ovale, $h = 2\,p$; grossezza $= {}^1/_2\,h$; $h_1 = {}^2/_3\,h$.

Mozzo: lungh. l non $< 1{,}2\,b$, nè $< 1{,}5\,d$; gross. $m = 10 + 0{,}4\,h$, ma non $< 10 + 0{,}4\,d$ (d diam. dell'albero). — Bietta come al N. **203**.

217. Attrito e rapporto effettivo delle forze negli ingranaggi. — La frazione dello sforzo, o del lavoro trasmesso, che viene assorbita dall'attrito fra i denti di due ruote di Z e z denti, per un coefficiente d'attrito $= 0{,}16$, è

$$0{,}5 \left(\frac{1}{Z} + \frac{1}{z} \right)$$

Così, per esempio, per $Z = 100$, $z = 25$, si perderà 0,025, ossia 2,5 %.

Tenuto conto anche dell'attrito nei perni, si può calcolare una perdita di $4 \div 6$ % per ogni coppia di ruote dentate. Quindi se P è la potenza applicata a un braccio a, Q la resistenza applicata a un braccio b, agli estremi di un ruotismo composto di m coppie di ruote; $r_1\ r_2 \ldots\ldots$, $z_1\ z_2 \ldots\ldots$ i raggi e i numeri di denti delle ruote conduttrici; $R_1\ R_2 \ldots\ldots$, $Z_1\ Z_2 \ldots\ldots$ i raggi e i numeri denti delle ruote condotte, si avrà:

$$\left.\begin{array}{l} P = \eta^m\, Q\, \dfrac{b}{a}\, \dfrac{r_1\, r_2 \ldots\ldots}{R_1\, R_2 \ldots\ldots} = \eta^m\, Q\, \dfrac{b}{a}\, \dfrac{z_1\, z_2 \ldots\ldots}{Z_1\, Z_2 \ldots\ldots} \\ \text{Lavoro motore} = \eta^m \times \text{lavoro resist. utile} \end{array}\right\} \quad \eta = 1{,}04 \div 1{,}06$$

218. Vite perpetua. — La dentatura della vite si disegna, nella sezione secondo l'asse, come per una dentiera. Passo della vite: $p_1 = zp$ (p passo della ruota dentata, z numero dei vermi della vite). Pel caso ordinario della vite a un sol verme, $p_1 = p$.

Dimensioni dei denti come al N. ***216***, Caso I. Raggio medio della vite $= 1{,}2\, p_1 \div 1{,}8\, p_1$.

Rapporto fra i numeri di giri n_1 n della vite (di z vermi) e della ruota dentata (di Z denti): $\dfrac{n_1}{n} = \dfrac{Z}{z}$.

Rapporto fra la potenza P (applicata a una manovella di raggio a) e la resistenza Q (applicata a un cilindro o rocchetto di raggio b), attrito compreso:

$$\frac{P}{Q} = \eta\, \frac{z}{Z}\, \frac{b}{a}; \quad \eta = 2{,}5 \div 3$$

219. Arpionismi (ruote d'arresto, ecc.). — P pressione sul dente in kg.; h altezza del dente nel senso del raggio, s base del dente sulla periferia, b sua larghezza, tutto in mm. Si prenderà:

$$h = 0{,}2 \sqrt{P}; \quad s = 2\, h \div 3\, h; \quad b = 2{,}5\, h \div 3{,}5\, h.$$

220. Freno a nastro. — Q forza, o resistenza, da frenare; b suo braccio di leva; R raggio della ruota del freno; T, t tensioni dei due tratti del nastro; l, s sua larghezza e spessore in mm. (s non $> 5^{mm}$); K carico di sicurezza dell'acciaio del nastro $= 6 \div 8$ kg. per mmq. Si ha:

$$T = mQ\, \frac{b}{R}; \quad t = (m - 1)\, Q\, \frac{b}{R}; \quad l = \frac{T}{Ks}$$

$m = 2{,}6$; 2,2; 2; 1,9; 1,8, secondo che il nastro abbraccia 5; 6; 7; 8; 9 decimi della periferia della ruota. Conviene che l risulti $< 80^{mm}$; in caso contrario si aumenti opportunamente R.

221. Carrucole e taglie. — Q carico; P potenza; δ diametro della fune; D, d diametri della carrucola e del perno. Si farà:

$$D = \text{almeno } 7\,\delta\,;\quad d = \text{da } \delta \text{ a } 1{,}2\,\delta.$$

Con queste proporzioni si ha, compreso attrito e rigidezza, circa:

carrucola *fissa:* $P = 1{,}09\,Q$; carrucola *mobile:* $P = 0{,}55\,Q$.

Taglie. Se m è il numero delle coppie di carrucole (una fissa e una mobile) componenti la taglia, si ha, per le stesse proporzioni:

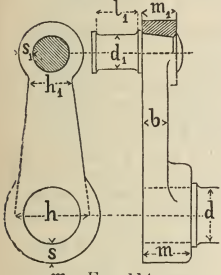
$$P = \eta\,\frac{Q}{2\,m}\,;$$

per $m =$	1	2	3	4	5	6
$\eta =$	1,19	1,24	1,33	1,45	1,56	1,67

222. Manovelle e leve.

Manovella semplice (fig. 113, 114). — Sia P la forza applicata al bottone in kg., R il braccio in mm. Fissata ad occhio la larghezza h del braccio in prossimità all'asse, si ha la grossezza:

Fig. 113.



$$b = \frac{6\,PR}{Kh^2}\quad (K = 3 \div 4 \text{ kg. al più per mmq.})$$

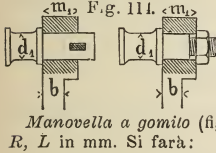
$h_1 = 0{,}5\,h \div 0{,}7\,h$. Diametro d_1 e lunghezza l_1 del bottone come al N. ***205***. Spessore dei mozzi:

$$s = 10 + 0{,}4\,d\,;\quad s_1 = 10 + 0{,}4\,d_1\,;$$

loro lunghezza:

$$m = d \div 1{,}25\,d\,;\quad m_1 = d_1 \div 1{,}25\,d_1.$$

Fig. 114.



Manovella a mano. — Lunghezza del braccio $= 0^m{,}30 \div 0^m{,}40$; altezza dell'asse da terra $= 0^m{,}90 \div 1^m{,}10$. Si prenderà inoltre, secondo che la manovella deve servire per 1, o 2 uomini: la lunghezza dell'impugnatura $= 0^m{,}30 \div 0^m{,}45$; la sua gross. $= 25 \div 35$ mm.: il diam. dell'asse $= 35 \div 45$ mm.; la sezione del braccio al mozzo $= 20 \times 45 \div 20 \times 60$ mm.

Manovella a gomito (fig. 115). — P pressione sul perno in kg.; d, d_1, R, L in mm. Si farà:

$$d_1 = 1{,}08\,\sqrt[3]{\frac{PL}{K}}$$

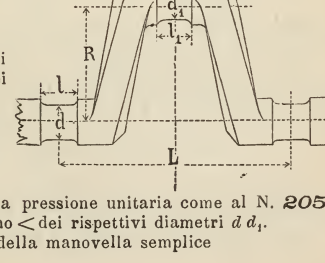
($K = 2 \div 3$ kg. per mmq.).

Pei perni d, a pari valore di K, si prenderà il maggiore dei valori seguenti:

$$d = 1{,}71\,d_1\,\sqrt[3]{\frac{R}{L}}\quad \text{(per la tors.)}$$

$d = d_1$ (per la flessione).

Fig. 115.



$l\,l_1$ si calcoleranno in base alla pressione unitaria come al N. ***205;*** ma in ogni caso non si faranno $<$ dei rispettivi diametri $d\,d_1$.

Leve. — Stesse proporzioni della manovella semplice

223. Testa a croce, stelo, guide. — P forza agente sullo stelo in kg.; L massima lungh. libera dello stelo in fin di corsa in mm.

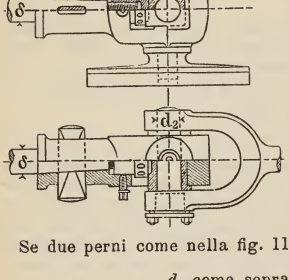
Stelo (ferro o acciaio): da calcolarsi colle norme del N. **103**, caso IV. Se ne deduce il diametro in mm.:

$$\delta = 0{,}08 \sqrt[4]{\frac{PL^2}{m}} = \mu \sqrt[4]{PL^2}$$

m = rapporto fra i carichi di sicurezza e di rottura = $^1/_{20} \div {}^1/_{30}$; $\mu = 0{,}17 \div 0{,}19$, corrispondentemente ai suddetti valori di m.

Testa a croce (fig. 116). Superficie F di contatto del pattino colle guide, da calcolarsi perchè la pressione p per mmq. stia fra i limiti di $0^k{,}02 \div 0^k{,}08$. Si ha quindi:

Fig. 116.



$$F^{mmq} = \frac{P \operatorname{tang} \alpha}{p}$$

(α massima inclinazione biella) in cui:

tang α = 0,30; 0,26; 0,23; 0,20; 0,17 se il rapporto fra biella e manov. è: 3,5; 4; 4,5; 5; 6.

Perni della testa a croce: se c'è un sol perno, si calcola come un perno a forchetta, per la press. P (N. **205**) o altrimenti colle formole:

diam. $d_2 = 0{,}7 \sqrt{P}$ pel ferro, $0{,}6 \sqrt{P}$ per l'acciaio; $\frac{l_2}{d_2} = 2 \div 2{,}25$

Se due perni come nella fig. 116, si prenderà:

d_2 come sopra; $\frac{l_2}{d_2} = 1 \div 1{,}15$.

Guide. — b larghezza, h altezza della sezione in mm. Per guida libera fra i due appoggi, distanti l^{mm}, si ha:

$$h = \sqrt{\left\{\frac{1{,}5\, l\, P \operatorname{tang} \alpha}{bK}\right\}}$$ (K non $> 5^k$ per mmq. per ferro o acciaio).

224. Biella. — P forza agente lungo la biella, in kg.; L_1 sua lunghezza in mm. (= almeno 3,5, d'ordin. $4{,}5 \div 6$ volte la manovella).

Biella tonda (ferro o acciaio). — Il diametro massimo δ_1 (a metà lunghezza, o meglio in un punto più vicino alla manovella) calcolato come al N. **103**, Caso II, è dato in mm. dalla:

$$\text{diam. max. } \delta_1 = 0{,}10 \sqrt[4]{\frac{PL_1^2}{m}} = \mu_1 \sqrt[4]{PL_1^2}$$

$\mu_1 = 0{,}17 \div 0{,}21$ per macch. a piccola e media velocità ($m = {}^1/_8 \div {}^1/_{20}$);
$\mu_1 = 0{,}21 \div 0{,}27$ per macch. piccole, o a gran velocità ($m = {}^1/_{20} \div {}^1/_{50}$).

Diam. minimo: 0,7 δ_1 presso la testa a croce; 0,7 $\delta_1 \div 0{,}8\ \delta_1$ presso la manovella. Per bielle cortissime si tiene δ_1 dappertutto.

Biella rettangolare. — b grossezza, h altezza della sezione in mm.

$b_{max} = 0{,}74\ \mu_1 \sqrt[4]{PL_1^2}$; $h_{max} = 2\ b_{max}$; μ_1 come sopra;
h_{min} agli estremi come sopra; b_{min} come sopra, o anche $= b_{max}$

Fig. 117.

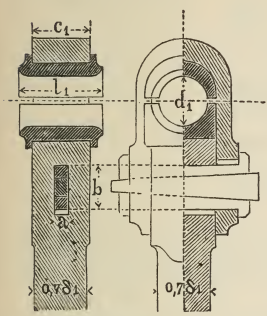
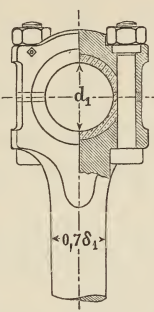


Fig. 118.



Testa di biella. — Fig. 117:

$c_1 = 0{,}7\ (10 + d_1)$;

dimens. delle biette
$a = 0{,}18\ (10 + d_1)$;
$b = 0{,}75\ (10 + d_1)$.

Minimo spessore dei cuscinetti come al N. ***211.***

Spessore della staffa:

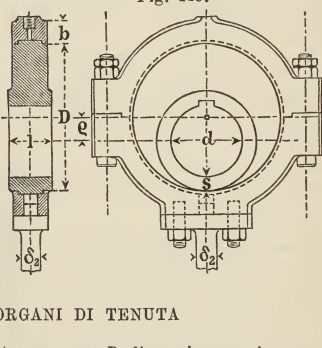
$0{,}2\ (10 + d_2)$

Fig. 118: testa per piccole bielle.

225. Eccentrico (fig. 119). — Asta δ_2 da calcolarsi come una biella (N. ***224***). Larghezza del collare: $l = 1{,}75\ \delta_2 + 15$; sua grossezza $b = 0{,}5\ l$. Minimo spessore radiale del disco $s = 0{,}6\ \delta_2 + 15$. Diam. del disco $D = 2\ \varrho + 2\ s + d$ (ϱ eccentricità). Diam. perno di attacco dell'asta collo stelo $= \delta_2$. Attacco a bietta (N. ***203***), oppure con 2 bulloni.

Per grandi eccentrici, disco in 2 pezzi; per piccoli, in un pezzo solo e pieno. Collare di bronzo, ghisa, o ferro rivestito di metallo bianco.

Fig. 119.



C. Tubi e organi di tenuta

226. Spessore dei tubi (s spessore, D diam. interno in mm.; n_e = press. *effettiva* in atmosfere, cioè = press. interna meno l'esterna).

Tubi di ghisa per gas, o acqua a bassa o media pressione (n_e non > 7 atmosfere)..... $s = 8 + 0{,}016\ D$

Tubi di ghisa per vapore o acqua ad alta pressione ($n_e > 7$ atmosfere; vedi anche N. ***104***) $s = 10 + 0{,}0012\ n_e\ D$

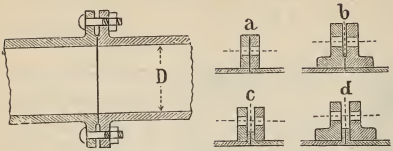
Tubi di ferro o rame, per acqua o vapore..... $s = 1{,}5 + 0{,}0015\ n_e\ D$

Tubi di cemento, per acqua a debole pressione $s = 20 + 0{,}1\ D$.

227. *Giunti dei tubi.*

Giunti a flangia. — Flange di ghisa: per le proporzioni, vedi tabella LXVIII a pagina seguente; è bene di rinforzarle con nervature, specialmente per grandi diam.

Fig. 120.

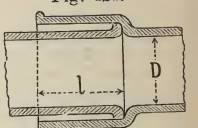


Flange di ferro: diametro flange e numero e diametro dei bulloni come per le flange di ghisa, secondo la tabella LXVIII; spessore S della flangia come segue:

D = mm.	40	60	80	100-140	150-200	250-300	350-400
S = mm.	12	14	16	18	20	22	24

Tipi di giunti a flangia: la fig. 120 dà il tipo usuale per tubi di ghisa con flange di getto; le varianti *a, b, c, d* rappresentano il caso di flangie di ferro o di ghisa, saldate a forte, oppure mandrinate o infilate, sopra tubi di ferro o di rame.

Fig. 121.

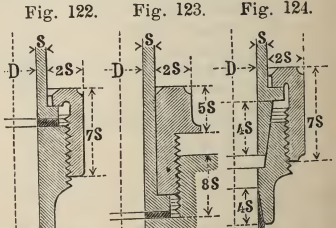


Giunti a manicotto (fig. 121): proporzioni, per tubi di ghisa, come nella tabella LXVIII; spessore del manicotto = 1,50 *s* (*s* spessore del tubo). — Manicotto a vite per tubi di ferro (tab. LXIX, *B*):

$$\text{lungh.} = 10 + 1{,}6\,D; \quad \text{spess.} = 1{,}5\,s.$$

Giunti a bocchettone, fig. 122, 123, 124, per tubi di rame di piccolo diametro; dimensioni come nelle figure.

Fig. 122. Fig. 123. Fig. 124.



Mastici, guarnizioni e saldature per tubi, cilindri, scatole a stoppa, ecc.

Mastice di ghisa (per giunti non smontabili; non si applica che al ferro e alla ghisa; il rame, l'ottone ed il bronzo ne sono intaccati): limatura ghisa o ferro, parti 40; fior di zolfo 2, sale ammoniaco 1. Si fa una pasta con acqua, da applicar subito. Indurisce in due giorni. Per farlo indurire al momento, si raddoppia la dose del sale ammon. e si essicca con un ferro rovente.

Mastice di minio (per giunti smontabili): minio 1, cerusa 1 con olio di lino cotto. Si adopera solo, oppure se ne spalmano le guarnizioni seguenti; cartone fritto nell'olio di pesce, feltro, calico, tela metallica, lamina di piombo o rame (per cilindri, tubi a flange, ecc.); treccia di stoppa (per scatole a stoppa).

Si adoperano senza mastice le seguenti guarnizioni: anello o lamina di rame, lamina di piombo (per giunti smontabili di cilindri, tubi a flange, caldaie, ecc.); anello o lamina di caucciù (per tubi d'acqua a flange); treccia di stoppa incatramata con anello di piombo colato sul posto (per tubi d'acqua a manicotto); cartone d'amianto.

Saldatura forte di rame (per saldare le flange di ferro ai tubi di ferro o di rame): limatura di rame 87, zinco 9, stagno 4, fusi insieme; saldature fortissime, rame 3, zinco 1; saldatura tenera: ottone 78, zinco 18, stagno 4.

Saldatura forte di piombo: piombo 1 $^1/_2 \div 2$, stagno 1. Saldatura dei lattonieri: piombo 7, stagno 1.

LXVIII. — Tubi di ghisa

(Tipi normali adottati dalle fonderie tedesche)

Diam. interno	Spess. per 6 ÷ 7 atm.	Tubi a manicotto				Tubi a flange					
		manicotto		lunghezza in opera	peso al m. corr.	flange		bulloni		lunghezza in opera	peso al m. corr.
		diam. interno	lungh.			diam.	spess.	num.	diam.		
mm.	mm.	mm.	mm.	m.	kg.	mm.	mm.		mm.	m.	kg.
40	8	69	74	2	10	150	18	4	13	2	10,7
50	8	81	77	2	12	160	18	4	15,5	2	12,8
60	8,5	91	80	3	15	175	19	4	15,5	3	15
70	8,5	101	82	3	17	185	19	4	15,5	3	17,1
80	9	112	84	3	20	200	20	4	15,5	3	20,6
90	9	122	86	3	22	215	20	4	15,5	3	23
100	9	133	88	3	24,5	230	20	4	19	3	25,5
125	10	158	91	3	32	260	21	4	19	3	33
150	10	185	94	3	39	290	22	6	19	3	41
175	10,5	211	97	3	48	320	22	6	19	3	50
200	11	238	99	3	57	350	23	6	19	3	60
225	11,5	264	100	3	67	370	23	6	19	3	69
250	12	291	101	3	77	400	24	8	19	3	80
275	12,5	317	102	3	89	425	25	8	19	3	91
300	13	343	104	3	100	450	25	8	19	3	102
325	13,5	368	105	3	111	490	26	10	22,5	3	114
350	14	394	106	3	122	520	26	10	22,5	3	125
375	14	421	107	3	134	550	27	10	22,5	3	138
400	14,5	448	109	3	148	575	27	10	22,5	3	152
425	14,5	473	110	3	158	600	28	12	22,5	3	161
450	15	499	111	3	176	630	28	12	22,5	3	180
475	15,5	525	112	3	190	655	29	12	22,5	3	194
500	16	551	114	3	204	680	30	12	22,5	3	208
550	16,5	603	116	3	234	740	33	14	26	3	241
600	17	655	119	3	265	790	33	16	26	3	271
650	18	707	122	3	301	840	33	18	26	3	305
700	19	759	125	3	340	900	33	18	26	3	345
750	20	812	127	3	380	950	33	20	26	3	383
800	21	866	129	3	422	1020	36	20	29,5	3	432
900	22,5	968	134	3	518	1120	36	22	29,5	3	522
1000	24	1074	140	3	616	1220	36	24	29,5	3	624

LXIX. — Tubi di ferro

A. — **Tubi di lamiera, flange di ghisa o ferro** (lungh. 3 ÷ 4 m.)

Diam. interno mm.	80	100	120	150	180	200	250
Peso al m. corr. kg.	6,1	7,4	8,6	10,7	12,5	14,2	19,5

B. — **Tubi con manicotto a vite per gas e acqua** (lungh. 4 ÷ 5 m.)

Diam. int.	poll.	1/4	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	1 3/4	2	2 1/4	2 1/2	2 3/4	3	3 1/2	4
	mm.	6	13	19	25	32	38	44	51	57	63	70	76	89	102
Peso al m. k.		0,62	0,86	1,95	2,74	3,78	4,41	5,31	5,80	7,80	9,50	11,60	13,60	15,40	17,20

C. — **Tubi bollitori per vapore** (lungh. 3 ÷ 6 m.)

Diam.	est. poll.	1 1/4	1 5/8	2 1/4	2 1/2	3	3 1/2	4	4 1/2	4 3/4	5 1/4	5 3/4	6 1/4	7	8
	int. mm.	29,5	36,5	51	57	70	82	94	99	112	124	137	150	171	196
Peso al m. k.		1,70	2,33	3,50	4,45	5,35	6,94	8,88	9,45	11,73	13,00	15,56	17,00	19,08	26,20

LXX. — Tubi di rame

(pesi in kg.; flange di ferro sino a 120 mm. di diam., di ghisa da 130 mm. insù)

Diam. interno mm.	Peso tubo senza flange al m. per uno spessore di mm. 1	1,5	2	2,5	3	Peso di due flange senza viti
10	0,3	0,5	0,7	0,9	1,0	0,40
15	0,5	0,7	1,0	1,3	1,5	0,48
20	0,6	1,0	1,3	1,6	1,9	0,70
25	0,8	1,2	1,7	2,1	2,5	0,80
30	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	1,10
35	1,1	1,7	2,3	2,9	3,4	1,30
40	1,3	1,9	2,6	3,2	3,8	1,65
45	1,4	2,1	2,9	3,6	4,3	1,95
50	1,6	2,4	3,2	4,0	4,8	2,20
55	1,7	2,6	3,5	4,4	5,2	2,40
60	1,9	2,8	3,8	4,8	5,7	2,75
65	2,0	3,0	4,1	5,1	6,1	8,05
70	2,2	3,3	4,4	5,6	6,7	3,35
75	2,4	3,6	4,8	6,0	7,2	4,25
80	2,5	3,8	5,1	6,4	7,6	5,00
85	2,7	4,0	5,4	6,7	8,1	5,10
90	2,8	4,3	5,7	7,1	8,6	5,80
95	3,0	4,5	6,0	7,5	9,0	6,50
100	3,1	4,7	6,3	7,9	9,4	7,00
110	3,5	5,2	6,9	8,6	10,3	7,20
120	3,8	5,7	7,5	9,4	11,4	7,60
130	4,1	6,2	8,2	10,2	12,3	7,80
140	4,4	6,6	8,8	11,0	13,2	8,00
150	4,7	7,0	9,4	11,7	14,0	8,00
160	—	—	10,0	12,5	15,0	8,20
180	—	—	11,2	14,0	16,8	10,00

LXXI. — Tubi di piombo per acqua e gas

Diametro interno mm.		10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
acqua	spessore mm.	2,5	2,5	2,5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	peso al m. kg.	1,13	1,77	2,47	4,77	5,66	7,00	7,63	8,56	9,50	9,88	10,3	11,4	12,5	13,8	15,0
gas	spessore mm.	1	2	2	*2	2,5	2,5	3	3	3	3	3	3	4	4	4
	peso al m. kg.	0,65	1,37	1,63	2,40	3,30	3,95	4,63	5,58	6,53	8,02	9,50	10,3	11,2	12,9	13,2

LXXII. — Tubi di ghisa a manicotto per 20 atm.

(lungh. in opera: 2,74 m. sino a 14 poll.; 3,66 m. fra 15 e 36 poll.; 3,81 m. per 39 e 42 poll.)

Diametro interno		Spessore	Peso al m.	Diametro interno		Spessore	Peso al m.	Diametro interno		Spessore	Peso al m.
poll.	mm.	mm.	kg.	poll.	mm.	mm.	kg.	poll.	mm.	mm.	kg.
3	**76**	13	25,4	**11**	**280**	19	139	**26**	**660**	25	432
4	**102**	13	37,0	**12**	**305**	19	163	**28**	**711**	25	464
5	**127**	13	44,0	**14**	**356**	19	176	**30**	**762**	25	497
6	**152**	14	55,4	**16**	**406**	22	229	**32**	**813**	27	565
7	**178**	16	72,6	**18**	**457**	22	272	**34**	**863**	29	640
8	**203**	16	86,6	**20**	**508**	25	317	**36**	**915**	29	690
9	**229**	19	116	**22**	**559**	25	359	**39**	**991**	32	820
10	**254**	19	125	**24**	**610**	25	402	**42**	**1065**	32	925

228. *Valvole e robinetti* (diam. D e altre dimens. in mm.).

Valvole a volano. — Valvola semplice (fig. 125): non conveniente per diametri $> 200^{mm}$; D = diam. del tubo; alzata $= 0{,}30\ D$ a $0{,}35\ D$;

$d = 10 + 0{,}12\ D$;

$s = 2 + 0{,}7\sqrt{D}$

(anche se la zona di contatto è piana);

$s_1 = s - 3$;

lunghezza della scatola (sferica) fra le flange d'attacco col tubo $= 100 + 2\ D$.

Fig. 125.

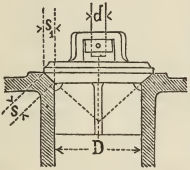
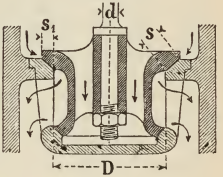


Fig. 126.



Valvola a doppia sede (fig. 126): alzata $= 0{,}15\ D \div 0{,}18\ D$;

$d = 10 + 0{,}06\ D$;

$s = 2 + 0{,}5\sqrt{D}$;

$s_1 = s - 3$;

differenza di diam. delle due sedi $= 2\ s_1$.

Fig. 127.

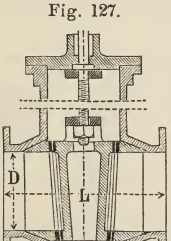
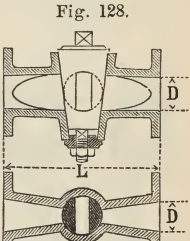


Fig. 128.



Valvole per pompe. — Valvole piane o coniche: proporzioni come sopra; non convenienti per $D > 200^{mm}$. — Valvole a cerniera: angolo d'apertura $35° \div 40°$; zona di contatto come sopra. — Valvole di caucciù con sede a graticcio (fig. 132); da adottarsi per aree circolari o rettangolari $> 250 \div 300$ cmq.; spessore del caucciù $\sigma = 15 \div 40$ mm. secondo la grandezza della valvola e la pressione; minima distanza fra le nervature del graticcio, $=$ o poco $> \sigma$.

Saracinesche (fig. 127). — Usate per diam. $> 100^{mm}$. Diam. valvola = diam. tubo; diametro stelo $d = 10 + 0{,}06\ D$; diametro esterno vite $= 1{,}25\ d$; larghezza zona di contatto $= 2 + 0{,}7\sqrt{D}$; lunghezza fra le flange $L = 200 + D$.

Robinetti (fig. 128). — Non convenienti per $D > 100^{mm}$. Luce del passaggio (rettangol. o trapezio): altezza 1,5 D, larghezza media 0,52 D. Lungh. del maschio $= 35 + 2\ D$; suo diam. medio $= 6 + D$; sua conicità $^1/_8 \div {}^1/_{12}$ per parte. Spessore del bossolo $= 2 + 0{,}14\ D$. Lunghezza fra le flange $L = 50 + 3\ D$.

LXXIII. — Peso approssimato valvole e robinetti

Diametro del tubo	Robinetti	Valvole a volano	Diametro del tubo	Robinetti	Valvole a volano	Saracin.	Diametro del tubo	Valvole a volano	Saracin.	Diametro del tubo	Saracin.
mm.	kg.	kg.	mm.	kg.	kg.	kg.	mm.	kg.	kg.	mm.	kg.
20	1,75	2,65	**70**	27,50	37	—	**150**	123	100	**300**	340
30	4,30	5,80	**80**	34	44	—	**175**	146	133	**350**	450
40	8,70	12	**90**	40	56	—	**200**	170	187	**400**	560
50	13,20	17	**100**	51	66	63	**225**	—	208	**450**	640
60	18,00	26	**125**	75	90	80	**250**	—	230	**500**	720

229. Cilindri. — Spessore pareti per cilindri a vapore, pompe, ecc. di diam. D (mm.): $\sigma = 13 + 0{,}02\ D$ se verticali; $15 + 0{,}025\ D$ se orizzontali. Orli e coperchi $\sigma_1 = 1{,}4\ \sigma$ (con nervature per coperchi grandi); diametro bulloni $d = 1{,}3\ \sigma$; loro numero per n atm.: $z = \frac{n}{180}\left(\frac{D}{d}\right)^2$. — Per altissime pressioni (torchi idraulici, ecc.) vedi N. ***104***.

230. Scatole a stoppa (δ diam. stelo; n, σ_1 come sopra).

Fig. 129.

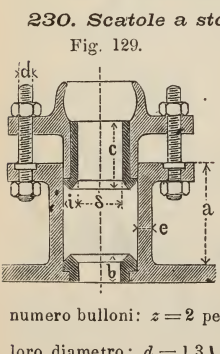


Fig. 130.

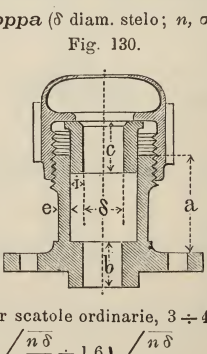


Fig. 129, 130 (i numeri più alti sono per scatole orizzontali):

$e = 2\sqrt{\delta} \div 2{,}5\sqrt{\delta}$;

$i = e$;

altezza interna della scatola:

$a_1 = 6\ i \div 8\ i$;

$b = 0{,}2\ a_1 \div 0{,}3\ a_1$;

$a = a_1 + b - \sigma_1$;

$c = 0{,}65\ a_1 \div 0{,}75\ a_1$;

numero bulloni: $z = 2$ per scatole ordinarie, $3 \div 4$ per grandi scatole;

loro diametro: $d = 1{,}3\sqrt{\frac{n\,\delta}{z}} \div 1{,}6\sqrt{\frac{n\,\delta}{z}}$.

231. Stantuffi (diametro D e altre dimensioni in mm.; diametro δ dello stelo come al N. ***223***).

Fig. 131.

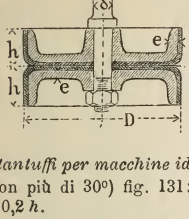
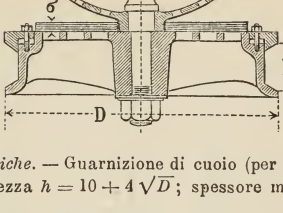


Fig. 132.



Stantuffi per macchine idrauliche. — Guarnizione di cuoio (per acqua a non più di 30°) fig. 131: altezza $h = 10 + 4\sqrt{D}$; spessore metallo $e = 0{,}2\ h$.

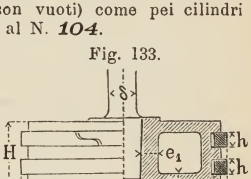
Guarnizione di stoppa (anche per acqua calda) fig. 132: altezza complessiva della stoppa $h = 20 + 4\sqrt{D}$; sua grossezza $= 5 + \sqrt{D}$; spessore metallo $e = 0{,}25\ h$.

Stantuffi con valvola: proporzioni valvola come al N. ***228***.

Stantuffi tuffanti (convenienti per diam. non $> 450 \div 500$ mm.): tenuta sia con scatola a stoppa, sia con anello di cuoio con sezione a U; giuoco fra stantuffo e cilindro non $< 5 \div 10$ mm. secondo il diametro. Minimo spessore del metallo (quando son vuoti) come pei cilindri (N. ***229***) e per pressioni altissime come al N. ***104***.

Stantuffi a vapore (fig. 133).

Fig. 133.



Numero degli anelli (di ghisa dolce) da 1 a 3; loro spessore $i = 0{,}05\ D$ se lo stantuffo è in due pezzi; $i = 0{,}035\ D$ se in un pezzo solo. L'altezza di ciascun anello si fa variare da 1,1 i a 2 i, secondochè il cilindro è verticale od orizzontale, e anche secondo che la pressione è $\neq$ elevata.

Attacco dello stelo a vite o a bietta. Per cilindri lunghi conviene adottare il controstelo, con diametro $=$ o alquanto $< \delta$, per evitare la flessione.

D. Organi di trazione

232. Fili metallici. — Per la resistenza vedi tabella XXIX. — Pei diametri si impiegano in commercio diverse scale, le più usate delle quali sono: la scala di Birmingham (*BWG*), la nuova scala del *Board of Trade* (*Standard Wire Gauge*) e la scala *decimale,* o di Parigi. Il diametro corrispondente in mm. si ha dalla seguente tabella LXXIV. Per le scale inglesi vedi anche la tabella XX, pag. 65, la quale contiene pure la scala *millimetrica*.

LXXIV. — Tabella di riduzione delle scale pei fili metallici

Numero	Diametro in mm.			Numero	Diametro in mm.			Numero	Diametro in mm.		
	Scala *BWG*	Scala B. of T.	Scala Parigi		Scala *BWG*	Scala B. of T.	Scala Parigi		Scala *BWG*	Scala B. of T.	Scala Parigi
000	11,53	9,45	—	**11**	3,05	2,95	1,6	**24**	0,56	0,56	6,4
00	9,65	8,84	—	**12**	2,77	2,64	1,8	**25**	0,51	0,51	7,0
0	8,64	8,23	—	**13**	2,41	2,34	2,0	**26**	0,46	0,46	7,6
1	7,62	7,62	0,6	**14**	2,11	2,03	2,2	**27**	0,41	0,42	8,2
2	7,21	7,01	0,7	**15**	1,83	1,83	2,4	**28**	0,36	0,38	8,8
3	6,58	6,40	0,8	**16**	1,65	1,63	2,7	**29**	0,33	0,35	9,4
4	6,05	5,89	0,9	**17**	1,47	1,42	3,0	**30**	0,31	0,32	10,0
5	5,59	5,38	1,0	**18**	1,24	1,22	3,4	**31**	0,25	0,30	—
6	5,16	4,88	1,1	**19**	1,07	1,02	3,9	**32**	0,23	0,27	—
7	4,57	4,47	1,2	**20**	0,89	0,91	4,4	**33**	0,20	0,25	—
8	4,19	4,06	1,3	**21**	0,81	0,81	4,9	**34**	0,18	0,23	—
9	3,76	3,66	1,4	**22**	0,71	0,71	5,4	**35**	0,13	0,21	—
10	3,40	3,25	1,5	**23**	0,64	0,61	5,9	**36**	0,10	0,19	—

233. Corde di canape. — Carico di rottura $R = 8 \div 10$ kg. per mmq.; carico di sicurezza $K = {}^1/_8\, R$ per corde ordinarie, ${}^1/_6\, R$ per corde incatramate. Rigidezza (da aggiungere al carico utile P):

$$\text{per funi nuove } 26\,\frac{d^2}{D}\,P; \quad \text{per funi usate } 18\,\frac{d^2}{D}\,P; \text{ in cui:}$$

D, d diametri della carrucola, o tamburo, e della corda, espressi in metri; P carico utile. (Per es., per $D = 0^m,16$, $d = 0^m,020$, la rigidezza, per funi nuove, sarebbe eguale a 6,5 per 100 del carico utile).

Minimo diametro delle carrucole e tamburi = almeno $7\,d$; e per un uso continuo anche $15\,d$ a $25\,d$.

LXXV. — Corde di canape

(*Fabbrica Felten e Guillaume di Colonia*)

Corde ordinarie			Corde incatramate		
Diametro	Peso al metro	P $(K = {}^1/_8\, R)$	Diametro	Peso al metro	P $(K = {}^1/_6\, R)$
mm.	kg.	kg.	mm.	kg.	kg.
16	0,21	200	**46**	1,65	2250
20	0,32	300	**52**	2,13	3000
23	0,37	400	**59**	2,67	3600
26	0,53	500	**65**	3,70	4500
29	0,64	750	**72**	4,00	5000
33	0,80	900	**78**	4,80	6200
36	0,96	1000	**85**	5,60	7500
39	1,06	1250	**92**	6,40	8700
46	1,55	1500	**98**	7,46	10000
52	2,03	2000	**105**	8,53	12500

234. Funi metalliche. — Carico di rottura = 20 ÷ 25 kg. per funi di ferro, 40 ÷ 50 kg. per funi d'acciaio, per mmq. della sezione della fune considerata come piena. Carico di sicurezza $^1/_8 \div {}^1/_{10}$ del carico di rottura. Minimo diam. delle pulegge e tamburi = almeno 50 volte, per un uso continuo anche 50 ÷ 80 volte il diam. della fune. Rigidezza come per le corde nuove di canape, col coefficiente 58, invece di 26.

LXXVI. — Funi metalliche

(*Fabbrica Felten e Guillaume di Co'onia*)

Diam.	Peso al m.	Carico di rottura		Diam.	Peso al m.	Carico di rottura		Diam.	Peso al m.	Carico di rottura	
		ferro	acc.			ferro	acc.			ferro	acc.
mm.	kg.	kg.	kg.	mm.	kg.	kg.	kg.	mm.	kg.	kg.	kg.
8	0,15	850	1800	**16**	0,80	4600	10100	**30**	2,70	16600	36000
9	0,22	1300	2700	**17**	0,85	5000	11000	**33**	3,40	20000	44000
10	0,26	1500	3200	**18**	1,00	5800	12800	**35**	4,10	24000	52000
11	0,30	1700	3700	**19**	1,10	6200	13600	**37**	4,50	26000	57000
12	0,40	2200	4900	**21**	1,25	7200	15800	**40**	5,35	31000	67000
13	0,45	2600	5700	**23**	1,50	8400	18500	**45**	6,25	36000	78000
14	0,50	3100	6700	**25**	1,80	10200	21100	**50**	7,70	45000	98000
15	0,70	4000	8700	**27**	2,30	13100	29300	**55**	9,30	55000	121000

235. Catene. — Carico di rottura = 20 ÷ 25 kg. per mmq. di sezione; carico di sicurezza = 5 ÷ 7 kg. Larghezza interna delle maglie = 1,5 d; lunghezza interna = 2,5 d ÷ 3,5 d (d = diam. del ferro). Massima sezione del gancio: larghezza = 2 volte il diam. del perno d'attacco (da calcolarsi nel modo ordinario); grossezza = $^2/_3$ della larghezza.

Diam. pulegge e tamburi D = almeno 20 d. Rigidezza = $0{,}3 \frac{d}{D} P$.

LXXVII. — Catene

d	Carico di sicurezza	Peso al m. corr.	d	Carico di sicurezza	Peso al m. corr.	d	Carico di sicurezza	Peso al m. corr.
mm.	kg.	kg.	mm.	kg.	kg.	mm.	kg.	kg.
6	320	0,75	**12**	1270	3,00	**20**	3500	8,30
7	430	1,00	**13**	1480	3,40	**22**	4200	10,00
8	560	1,35	**14**	1720	4,10	**24**	5000	12,00
9	700	1,70	**15**	1980	4,70	**26**	6000	14,00
10	880	2,10	**16**	2250	5,30	**28**	7000	16,00
11	1060	2,50	**18**	2850	6,70	**30**	8000	18,50

4. MOTORI ANIMATI

236. Forza dell' uomo e degli animali.

1) *Uomo.* — Peso medio = 70 kg.; lavoro medio al 1″, lavorando tutto il giorno = 6 ÷ 9 kgm. = $^1/_{13} \div {}^1/_8$ di cavallo-vapore; lavorando a in-

termittenza con intervalli di riposo, $12 \div 24$ kgm. — Sforzo su una manovella, a lavoro continuo $= 8 \div 10$ kg., con una velocità alla periferia di $0^m,75 \div 0^m,90$; lavorando per breve tempo con intervalli di riposo, $25 \div 30$ kg.

Un uomo può esercitare, tirando o spingendo per brevissimo tempo, uno sforzo massimo di $60 \div 100$ kg.; e sollevare da terra o portare un peso massimo di $120 \div 150$ kg.

Velocità al passo di marcia $1^m,25 \div 1^m,50$ al $1''$; al passo celere $1^m,70 \div 2^m$; alla corsa $2^m,50$ fino (eccezionalmente) a 7^m. Lunghezza media del passo $= 0^m,67$ (2^m ogni 3 passi).

2) *Cavallo.* — Peso $= 300 \div 450$ kg. Sforzo medio di trazione al passo, lavorando tutto il giorno $= 30 \div 50$ kg.; lavoro al $1''$ corrispondente $= 30 \div 45$ kgm. $= {}^2/_5 \div {}^3/_5$ di cav. vapore. Sforzo massimo di trazione, per brevissimo tempo $= 250 \div 400$ kg.

Massima velocità a carriera 14^m al $1''$; al galoppo 10^m; velocità al trotto $3^m,3 \div 5^m$; al passo celere 2^m; al passo ordinario $0^m,90 \div 1^m$.

Un cavallo può tirare in media su buone strade orizzontali un carico (oltre al veicolo) di $350 \div 500$ kg. al trotto e $1000 \div 1600$ kg. al passo. Il peso dei carri varia fra 600 e 2000 kg.; un carro di 2000 kg. può portare un carico di $6000 \div 8000$ kg. con $4 \div 6$ cavalli; in generale il peso d'un carro è $= {}^1/_3 \div {}^1/_4$ del carico. In pendenza il carico totale (compreso il veicolo) si riduce a:

circa	0,70	0,55	0,44	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15 del carico in piano
per	1	2	3	4	5	6	7	8 per 100 di pendenza.

3) *Bove.* — Sforzo medio su un maneggio 65 kg.; velocità $0^m,60$.

5. MOTRICI IDRAULICHE

237. Forza assoluta ed effettiva. — Sia Q il volume d'acqua disponibile o necessario in mc. al $1''$; H la caduta in m. misurata fra i livelli d'arrivo e di scarico; N_a la forza assoluta o nominale, N_e la forza effettiva in cavalli-vapore; η il coefficiente d'effetto utile. Si ha:

$$N_a = \frac{1000\ QH}{75}; \quad Q = \frac{75\ N_a}{1000\ H}; \quad N_e = \eta\ N_a.$$

A. Ruote idrauliche

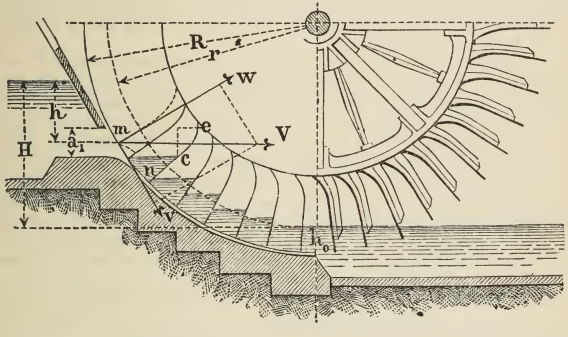
238. Limiti di applicabilità delle ruote idrauliche. — Dopo l'introduzione delle turbine Girard, le ruote idrauliche avendo perduto gran parte della loro importanza anche pei casi di acqua variabile, la loro applicazione è limitata ora alle piccole cadute $\leqq 3^m$ con acqua abbondante e variabile, oppure a cadute grandi, però non $> 8 \div 10$ m, con piccoli volumi d'acqua. Perciò non si considerano, in quanto segue, che le ruote di fianco a palette e le ruote a cassette colpite al vertice.

239. Ruote di fianco a palette (metodo dell'autore: vedi giornale *Il Politecnico,* 1877). — Sia:

Q = volume d'acqua disponibile in mc. al $1''$;
H = caduta in m. (da livello a livello);
R = raggio, b = larghezza della ruota;
a_1 = altezza, b_1 = larghezza della bocca motrice;
h = carico sul punto d'introduzione del filetto medio;
V = velocità del filetto medio in questo punto;
v = velocità alla periferia della ruota in m. al $1''$;
n = numero di giri al $1' = \dfrac{60\ v}{2\ \pi\ R}$;
μ = coefficiente d'efflusso della bocca motrice (N.i **35**, **36**);
η = coefficiente d'effetto utile della ruota.

1) *Ruote celeri con bocca a battente* (incluso il tipo Poncelet) fig. 134. Convenienti, in confronto alle turbine, per cadute $< 2^m,50$ con acqua e caduta variabili; e tanto più, quanto più piccola è la caduta.

Fig. 134.



Limiti di applicabilità: H fino a 3^m; $Q = 0^{mc},150 \div 3^{mc},50$; acqua consumabile al $1''$ per ogni metro di larghezza di ruota $= {}^{Q}/_{b} = 0^{mc},300$ a $0^{mc},900$. Nella larghezza non conviene eccedere 4^m.

Si fissa $a_1 = 0^m,15 \div 0^m,30$, $h = 0^m,50 \div 1^m$ secondo che il volume d'acqua assegnato per m. di larghezza varia da $0^{mc},300$ a $0^{mc},900$. Se ne deduce:

$$b_1 = \frac{Q}{\mu\ a_1 \sqrt{2gh}}; \quad V = \sqrt{2gh}\ \text{(tab. XXII)}; \quad b = b_1 + 0^m,1$$

Si sceglie R non $< H + 1^m$, e in ogni caso non $< 2^m,50$; indi $v = 1^m,75$ a $2^m,25$. Si calcola l'altezza h_0 dell'acqua nelle palette colla:

$$h_0 = R - r = (1 - \alpha)\ R \left[1 - \sqrt{\left\{1 - \frac{2\ Q}{bv\ R}\right\}}\right]$$

α dipende dal giuoco (ordinariamente di $5 \div 10$ mm.) fra le palette e la corsìa; il suo valore medio per ogni mm. di giuoco è dato dalla:

H	$b = 0^m,5$			$b = 1^m$			$b = 2^m \div 4^m$		
	$Q/b =$			$Q/b =$			$Q/b =$		
	0,300	0,450	0,900	0,300	0,450	0,900	0,300	0,450	0,900
1^m	0,019	0,015	0,013	0,014	0,010	0,008	0,012	0,008	0,005
2^m	0,023	0,016	0,014	0,017	0,012	0,009	0,015	0,010	0,006
3^m	0,026	0,017	0,015	0,020	0,013	0,010	0,017	0,011	0,007

Tracciati allora i due livelli d'arrivo e di scarico, si pone il punto più basso della ruota a una profondità h_0 sotto il livello di scarico, ossia il centro della ruota a un'altezza $r = R - h_0$ sopra questo livello; indi si disegna la corsìa, raccordandola colla soglia della bocca, che si farà a paratoia inclinata e vicinissima alla ruota. Se il canale di scarico si conserva di largh. b, se ne porrà il fondo a h_0 sotto il punto più basso della corsìa, con un risalto o un piano inclinato di raccordo; altrimenti si può porre a una profondità minore, allargandolo a imbuto fino a raggiungere una sezione almeno $= 2\,b\,h_0$.

Pel punto di introduzione m del filetto medio si conducono $m\,V = V$ nella direz. del filetto medio stesso (tracciato secondo una equidistante dal profilo della soglia) e $mv = v$, tangente alla ruota. Completando su V, v il parallelogr., si ha $mw = w$ = veloc. relativa. Tangenzialm. a mw si traccia il profilo della paletta, rettilineo, o leggermente curvo.

La lunghezza utile della paletta si determina come segue: si fissa il numero delle palette, in modo che la loro distanza alla periferia esterna non sia $> 0^m,45 \div 0^m,50$. Si disegnano le palette a partire da quella che corrisponde alla soglia della bocca. Si tracciano i peli d'acqua fra le palette, passanti pei punti di mezzo degli archi intercetti fra le palette sulla circonferenza di raggio r. Sulla paletta n successiva a quella corrispondente alla soglia si eleva dal punto c una verticale $= \frac{w^2}{2g}$ e dal suo estremo si tira un'orizzontale sino ad incontrare la paletta nel punto e, che segna il limite della sua lunghezza utile.

Costruzione. — Cerchioni di ghisa o ferro con mensole, sulle quali son fissate le palette di lamiera di $3 \div 5$ mm., o di legno di $25 \div 30$ mm. Rosette di ghisa, razze di ghisa o di ferro; tiranti diagonali di ferro fra cadauna rosetta e il cerchione opposto (vedi N. **241**).

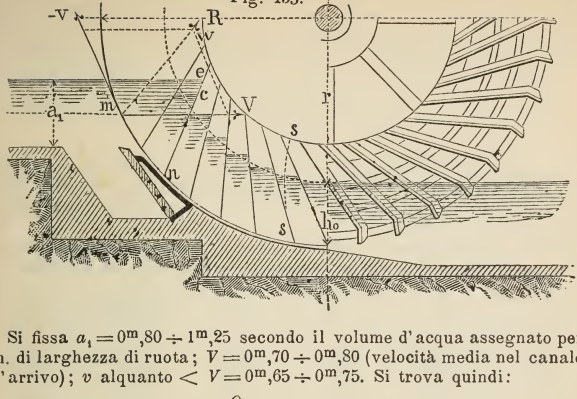
Coefficiente d'effetto utile $\eta = 0,60 \div 0,70$ (cresce col diminuire v, V).

2) *Ruote lente* (tipo Sagebien) fig. 135. Convenienti per $H < 3^m$ e grandi volumi d'acqua dal punto di vista dell'effetto utile, ma costose.

Limiti di applicabilità: $H = 0^m,70 \div 3^m$; $Q = 0^{mc},600 \div 4^{mc}$; consumo d'acqua per metro di larghezza $Q/b = 0^{mc},600 \div 1^{mc}$. Nella larghezza non conviene eccedere 4^m.

Introduzione per mezzo di stramazzo, la cui sezione è eguale a quella del canale d'arrivo quando la paratoia è intieramente aperta.

Fig. 135.



Si fissa $a_1 = 0^m,80 \div 1^m,25$ secondo il volume d'acqua assegnato per m. di larghezza di ruota; $V = 0^m,70 \div 0^m,80$ (velocità media nel canale d'arrivo); v alquanto $< V = 0^m,65 \div 0^m,75$. Si trova quindi:

$$b_1 = \frac{Q}{a_1 V}; \quad b = b_1 + 0^m,1$$

Si sceglie R non $< H + 2^m$, e in ogni caso non $< 3^m$; indi si trova $h_0 = R - r$ come sopra, essendo il valore di α per ogni mm. di larghezza di giuoco data dalla:

H	$b = 1^m$		$b = 2^m$		$b = 3^m$		$b = 4^m$	
	$Q/b =$		$Q/b =$		$Q/b =$		$Q/b =$	
	0,600	1,000	0,600	1,000	0,600	1,000	0,600	1,000
1^m	0,010	0,008	0,006	0,005	0,005	0,004	0,005	0,003
3^m	0,012	0,010	0,008	0,006	0,007	0,005	0,006	0,004
2^m	0,015	0,012	0,010	0,007	0,008	0,006	0,007	0,005

Si sceglieranno R, v, Q/b in modo che non risulti mai $h_0 > 1^m,50$.

Si traccia come sopra la ruota, la corsia e il profilo della paletta (m V orizzontale), disegnando la paletta sia rettilinea, con o senza un piccolo tratto radiale all'estremità (come è indicato nella parte destra dalla fig. 135), sia leggermente convessa come è indicato in ss. Se $m\,v$ riescisse troppo inclinata sul raggio, convien ripetere la calcolazione, assumendo per R un valore maggiore. Distanza massima fra le palette $= 0^m,45 \div 0^m,50$. Lunghezza utile delle palette determinata sia col metodo indicato per la ruota precedente, sia, approssimatam., dal punto d'incontro e del livello d'arrivo col profilo della paletta n successiva a quella passante per la soglia della bocca.

Costruzione. — Cerchioni interni di ghisa o ferro di $150 \times 18 \div 200 \times 25$ mm., e cerchioni intermedi di ferro di $70 \times 15 \div 80 \times 20$ mm., colle-

gati fra loro con ferri d'angolo, sui quali son fissate le palette di legno o di lamiera come sopra. Rosette, razze e tiranti diagonali come sopra. Paratoia chiudentesi dal basso all'alto, piana, o curva e concentrica alla ruota, scorrente su una controparatoia di ghisa o ferro.

Coefficiente d'effetto utile $\eta = 0{,}75 \div 0{,}85$ (cresce diminuendo v, V).

LXXVIII. — Peso approssimato delle ruote celeri di fianco

(La tabella si riferisce a ruote con palette curve di lamiera di 4 mm. di spessore e di circa 1m di lunghezza sviluppata, corone e rosette di ghisa, razze e tiranti diagonali di ferro. Nel peso son compresi i sopporti, ma non l'albero).

Diam. della ruota in m.	Peso complessivo in kg. per larghezza di ruota di				
	1m (2 crocere)	1m,50 (2 crocere)	2m (2 crocere)	2m,50 (3 crocere)	3m (3 crocere)
5	3140	3970	4780	5870	6790
6	3750	4710	5520	6770	7900
7	4650	5770	6790	8370	9860
8	5850	7150	8590	10700	12650

240. Ruote a cassette. — Denominazioni come al N. precedente. Applicabili per cadute $> 5^m$ e per vol. d'acqua fino a 1^{mc} al $1''$; ma convenienti solo per volumi molto piccoli e per cadute non $> 10^m$.

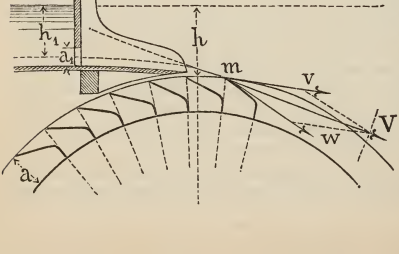
Si fissa $v = 1^m{,}50 \div 2^m$; indi l'altezza radiale delle corone $a = 0^m{,}15$ a $0^m{,}30$ dai più piccoli ai più grandi valori di Q, il grado di riempimento delle cassette $E = {}^1/_3 \div {}^1/_4$, e il giuoco fra la ruota e il livello di scarico $h_0 = 0^m{,}10 \div 0^m{,}15$ e più secondo la variabilità del livello stesso. Se ne deduce:

$$b = \frac{Q}{E\,av}; \quad b_1 = b - 0^m{,}10; \quad V = 2v;$$

$$h = \frac{V^2}{2g} \text{ (tabella XXI)}; \quad R = \frac{H - h - h_0}{2}$$

Distanza fra le cassette non $> 1{,}5\,a$. Profilo delle cassette arbitrario, ma tale che l'orlo di una cassetta corrisponda (fig. 136), o meglio sormonti al fondo della successiva (fig. 137).

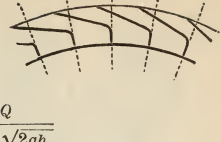
Fig. 136.



Disegnata la cassetta in un punto m da $0^m{,}25$ a $0^m{,}35$ più a valle del vertice della ruota, (fig. 136), condotta mv tangente alla ruota ed $= v$, mv tang. all'orlo della cassetta, centro in

m, raggio $= V$, si tagli la parallela alla mv passante per v. Sul prolungamento di Vm si traccia, in linea retta o con una leggera curva raccordata, il filetto medio, in un punto conveniente del quale si stabilisce il centro della bocca d'introduzione. Rilevato dal disegno il carico h_1 su questo centro, si ha:

Fig. 137.



$$\text{altezza bocca: } a_1 = \frac{Q}{\mu\, b_1 \sqrt{2gh_1}}$$

da portarsi metà per parte del filetto medio. Si traccia quindi il fondo del canale d'introduz. a una distanza costante $\frac{a_1}{2}$ dal filetto medio.

Costruzione. — Corone di ferro o di ghisa, comprendenti le cassette di lamiera o di legno. Fondo interno della ruota in lamiera o legno. Rosette, razze e tiranti diagonali come sopra.

Peso approssimativo $= 500 \div 600$ kg. per cavallo di forza effettiva. Coeff. d'eff. utile $\eta = 0{,}70 \div 0{,}80$ (cresce con H e inversam. a v, E).

241. Dettagli di costruzione delle ruote idrauliche. — Numero delle stelle di razze o crocere: una sola per ruote di $0^m{,}50$ di larghezza; due per larghezza fino a circa 2^m; tre per larghezza di $2^m{,}25 \div 3^m{,}50$; quattro per larghezza di 4^m. Numero di razze per ogni crocera: $i = 2\,(R+1)$. — Razze di ghisa (con nervature), o di ferro (a sezione rettangolare). — Per razze di ghisa si ha:

Numero razze....	$i =$ **4**	**6**	**8**	**10**	**12**
Largh. al mozzo..	$h = 0{,}90\,d$	$0{,}80\,d$	$0{,}70\,d$	$0{,}65\,d$	$0{,}60\,d$

essendo d il diametro dell'albero calcolato per la torsione colla seguente tabella. Grossezza della razza $= 0{,}2\,h$; gross. delle nervature $= 0{,}16\,h$.

Razze di ferro: larghezza $h_1 = {}^3/_4\,h$; grossezza $= 0{,}25\,h_1$.

Diametro dell'albero (di ferro). — Se la ruota ha una corona dentata, l'albero coi suoi perni va calcolato per flessione, in base al carico della ruota ripartito sopra le rosette (N.i ***107*** e ***206***). In caso contrario si calcola per resist. composta alla torsione e alla flessione (N. ***207***); in tal caso può anche valere approssimativamente la formola:

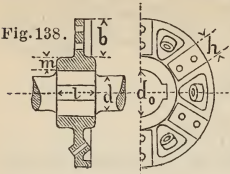
$$d = 160 \sqrt[3]{\frac{N_e}{n}}$$

colla quale è calcolata la seguente tabella:

d mm.	$\frac{N_e}{n}$	d mm.	$\frac{N_e}{n}$	d mm.	$\frac{N_e}{n}$	d mm.	$\frac{N_e}{n}$
60	0,05	**140**	0,66	**260**	4,3	**380**	13,3
70	0,08	**160**	1,00	**280**	5,4	**400**	15,6
80	0,13	**180**	1,40	**300**	6,6	**425**	18,7
90	0,18	**200**	2,00	**320**	8,0	**450**	22,2
100	0,25	**220**	2,60	**340**	9,6	**475**	26,1
120	0,41	**240**	3,40	**360**	11,4	**500**	30,5

d sarà anche il diametro del perno dalla parte della trasmissione; il perno dall'altra parte si calcola per flessione in base al carico corrispondente (N. **205**).

Fig. 138.



Rosette (fig. 138). — Diametro dell'albero al mozzo $d_0 = 1{,}15\,d + 6$; lunghezza del mozzo $l = 1{,}1\,d_0 \div 1{,}5\,d_0$; suo spessore $m = 50 + 0{,}35\,d_0$; lunghezza d'innesto delle razze $b = 2\,h \div 2{,}5\,h$.

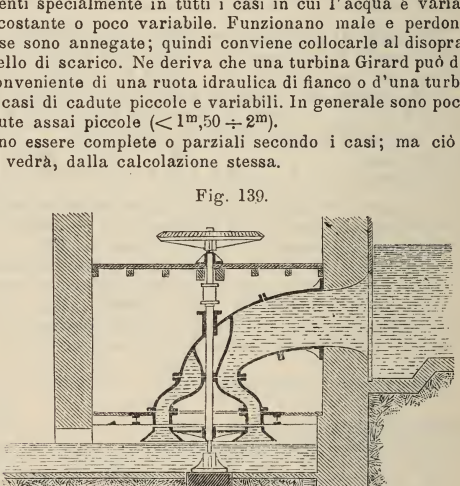
Tiranti diagonali di ferro fra le rosette e i cerchioni opposti, di $25 \div 50$ mm. di diametro, secondo la larghezza della ruota.

B. Turbine

242. Turbine elicoidali, complete o parziali, sistema Girard. — Applicabili a cadute e volumi d'acqua qualunque; ma convenienti specialmente in tutti i casi in cui l'acqua è variabile con caduta costante o poco variabile. Funzionano male e perdono molto effetto, se sono annegate; quindi conviene collocarle al disopra del più alto livello di scarico. Ne deriva che una turbina Girard può diventare meno conveniente di una ruota idraulica di fianco o d'una turbina Jonval nei casi di cadute piccole e variabili. In generale sono poco adatte per cadute assai piccole ($< 1^m{,}50 \div 2^m$).

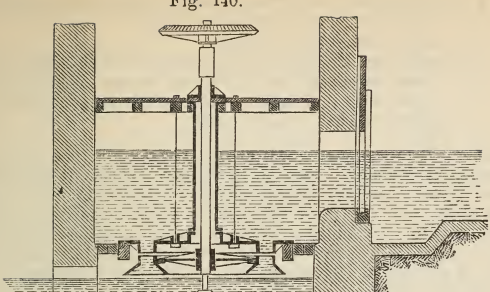
Possono essere complete o parziali secondo i casi; ma ciò risulta, come si vedrà, dalla calcolazione stessa.

Fig. 139.



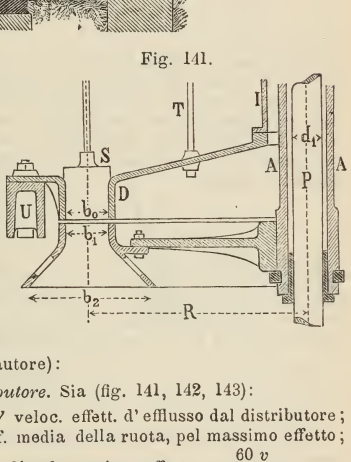
L'introduzione dell'acqua nella turbina si fa d'ordinario per mezzo di un tubo (fig. 139) il quale si raccorda col distributore come nella figura, oppure immette in un cassone cilindrico sovrapposto al distributore. Per cadute $\lessgtr 3^m$, si può anche ommettere il tubo (fig. 140) introducendo l'acqua nella camera stessa della turbina.

Fig. 140.



Il distributore (fig. 141) è fuso con un piastrone tondo o poligonale, appoggiato a travi *U* di legno, ferro, o ghisa. *S* saracinesche di otturamento dei condotti distributori; *T* tiranti di sostegno della parte centrale del piastrone. L'albero *A* è di ghisa e cavo, e gira su una ralla (fig. 148, pag. 248) fissa alla sommità di un palo di ferro *P*, incastrato al piede in una scatola di ghisa. Un tubo vertic. *I* separa l'albero dall'acqua.

Fig. 141.



Calcolazione (metodo dell'autore):

1) *Calcolazione del distributore.* Sia (fig. 141, 142, 143):

V_t = velocità teorica, V veloc. effett. d'efflusso dal distributore;
v = velocità alla perif. media della ruota, pel massimo effetto;
n = numero dei giri al 1′ pel massimo effetto = $\frac{60\ v}{2\ \pi\ R}$;
α_0 = angolo d'inclinazione delle direttrici;
α_0 = minima distanza netta fra due direttrici allo sbocco dei condotti distributori;
b_0 = larghezza radiale di questi condotti;
s_0 = spessore delle direttrici;
a_1, b_1, s_1; a_2, b_2, s_2 le analoghe dimensioni all'imbocco e allo sbocco dei condotti della ruota;
c_0, c_1 le altezze del distributore e della ruota;
i_0, i_1 i numeri delle direttrici e delle palette;

h = giuoco fra la ruota ed il livello di scarico (da $0^m,03$ a $0^m,10$ dai piccoli ai grandi valori di H);

R = raggio medio della turbina;

μ = coefficiente d'effiusso dal distributore = $0,85 \div 0,87$ per piccole cadute ($H < 2^m$); 0,90 per cadute medie ($3^m \div 8^m$); 0,92 per grandi cadute. — Secondo Girard si dovrebbe prendere $\mu = 0,85$ in tutti i casi.

Si scelga α_0 tanto più grande, quanto più piccola è la caduta H, e più grande il volume d'acqua Q; fissandolo, secondo il caso, fra 25° (grandi H con piccoli Q) e 40° (piccoli H con grandi Q). Per H, Q medî (H fra $2^m,50$ e 8^m; Q fra $0^{mc},500$ e 3^{mc}) si può prendere $\alpha_0 = 30°$.

Si fissi a_0 provvisoriamente da 10 mm. e anche meno per turbine assai piccole (grandi H e piccoli Q) a $80 \div 90$ mm. per turbine assai grandi (piccoli H e grandi Q). Buoni risultati, salvo i casi estremi ed eccezionali, son dati dalla:

$$a_0 = 10 + 30 \sqrt{\left\{\frac{Q}{\sqrt{H}}\right\}} \text{ mm.}$$

Si faccia: c_0 = circa $2\ a_0 + 20$; $c_1 = 2\ c_0$ (da aumentarsi sino a $2,1\ c_0 \div 2,2\ c_0$ nel caso di turbine assai grandi).

Si fissi b_0 compreso fra $2,5\ a_0$ (turbine piccolissime) e $4\ a_0 \div 6\ a_0$ (turbine grandissime); per casi medî $b_0 = 3\ a_0 \div 3,5\ a_0$.

$s_0 = 2^{mm}$ per piccoli valori di b_0; $3 \div 4$ mm. per valori medî; 5^{mm} per grandi b_0, se le direttrici sono di ferro o acciaio. Il doppio se di ghisa. Si calcoli:

$$V_t = \sqrt{\left\{2\ g\ (H - h - c_1)\right\}}; \quad V = 0,95\ V_t$$

Si cava allora $i_0 = \dfrac{Q}{a_0\ b_0\ \mu\ V_t}$; si prenda per i_0 il numero intero e pari più vicino al trovato, e quindi rimessolo nella stessa formola se ne cavi il valore definitivo di a_0. Per b_0, c_0, c_1 si possono tenere gli stessi valori di prima, oppure si ricalcolano. Si trova allora:

$$R = \frac{i_0\ (a_0 + s_0)}{2\ \pi\ \text{sen}\ \alpha_0}$$

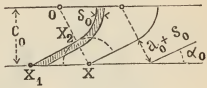
Se R risulta accettabile in via assoluta, ed è in pari tempo $\geqq 5\ b_0$ almeno (meglio $6\ b_0 \div 7\ b_0$), si può adottare una turbina completa. In caso contrario convien fare una turbina parziale, facendo occupare dal distributore una tal frazione $\frac{1}{m}$ della perif. (m non < 2) che mR risulti $\geqq 5\ b_0$ (meglio $\geqq 6\ b_0 \div 7\ b_0$). In tal caso il raggio medio della turbina sarà $= mR$.

Per piccoli Q e grandi H, converrà adottare una turbina parziale, anche se R risultasse $\geqq 5\ b_0$, onde evitare raggi troppo piccoli; mentre per grandi Q e piccoli H potrebbe convenire una turbina completa, an-

che se R risultasse $< 5\,b_0$, onde evitare raggi troppo grandi. Oltre a ciò, si riesce, entro certi limiti, ad aumentare o diminuire il valore di R, diminuendo od aumentando i valori di α_0 e $\frac{b_0}{a_0}$.

Per tracciare le direttrici (fig. 142), portato l'intervallo, o passo xx_1 ($= \frac{2\,\pi\,R}{i_0}$ per turbine complete, $= \frac{2\,\pi\,R}{m i_0}$ per turbine parziali) sulla periferia media sviluppata, centro in x, raggio $= a_0 + s_0$, si descrive un arco a cui si conduce la tangente $x_1 x_2$, che formerà la parte rettilinea della direttrice; o, sul prolungamento di xx_2, è il centro della parte curva.

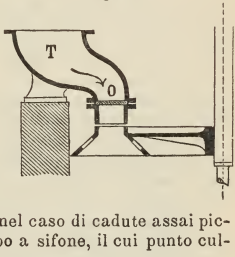
Fig. 142.



2) *Sistemi di otturamento* dei condotti distributori per volumi di acqua minori del normale. — Consistono nell'impiego di saracinesche verticali (fig. 141) o piastre orizzontali a moto radiale, o valvole a cerniera, chiudenti un condotto o un gruppo di $2 \div 5$ condotti alla volta. In tutti i casi bisogna aver riguardo al sistema di otturamento nel fissare il numero e la forma delle direttrici. Per turbine parziali, conviene un anello otturatore a moto periferico (O nelle fig. 143, 145), comandato mediante dentiera e rocchetto (C, D nella fig. 145).

3) *Introduzione dell'acqua nel distributore.* — Se v'è il tubo, se ne calcolerà il diametro perchè la velocità non sia molto $> 1^m$. Conviene che il cassone della turbina offra all'acqua sezioni gradualmente decrescenti da quella del tubo a quella dell'anello distributore (fig. 139). Nelle turbine parziali il cassone non si estenderà che all'arco occupato dal distrib. (fig. 143; T cassoncino che si raccorda col tubo; O otturatore).

Fig. 143.



Carico d'acqua sull'imboccatura del tubo (fig. 139), o sul piano del distributore (fig. 140) almeno $= 1^m,20$, onde non si formi un dislivello o un imbuto. Perciò nel caso di cadute assai piccole, conviene introdur l'acqua con un tubo a sifone, il cui punto culminante sovrasti al livello d'arrivo.

4) *Calcolazione della ruota* (fig. 141).

Giuoco fra il distributore e la ruota $= 3 \div 5$ mm.;
$b_1 =$ da $b_0 + 4$ mm. (per piccoli b_0) a $b_0 + 10$ mm. (per grandi b_0);
$b_2 = 3\,b_1$ nei casi ordinari; $2{,}5\,b_1 \div 3\,b_1$ per grandi Q e piccoli H.

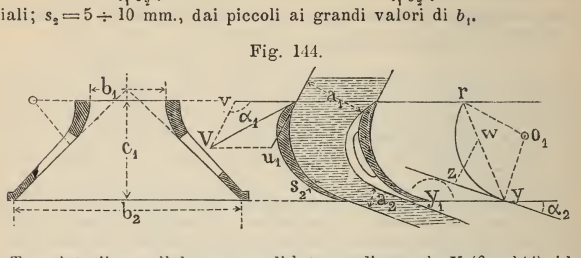
Sezione radiale delle corone secondo due rette concorrenti al punto di mezzo della larghezza b_1 o poco più sopra, e raccordate verticalmente all'imboccatura.

Velocità e numero di giri pel massimo effetto:

$$v = \frac{V}{2\cos\alpha_0} + \frac{g c_1}{V\cos\alpha_0}; \quad n = \frac{60\,v}{2\,\pi\,R}; \quad \text{(essendo } g = 9{,}8\text{)}.$$

$i_1 =$ o meglio alquanto $> i_0$ per turbine complete, $\gtrless m i_0$ per turbine parziali; $a_2 = \dfrac{Q}{i_1 b_2 v}$ per turbine complete, $= \dfrac{mQ}{i_1 b_2 v}$ per turbine parziali; $s_2 = 5 \div 10$ mm., dai piccoli ai grandi valori di b_1.

Fig. 144.



Tracciato il parallelogrammo di lato v e diagonale V (fig. 144) si ha l'inclinazione α_1 delle palette all'imboccatura. L'altro lato u_1 rappresenta la veloc. relativa dell'acqua lungo la paletta, d'onde $a_1 = \dfrac{Q}{i_1 b_1 u_1}$. Portato il passo $yy_1 = \dfrac{2\,\pi\,R}{i_1}$ sulla periferia inferiore, centro in y_1, raggio $= a_2 +$ qualche mm. (onde assicurarsi che la vena esca liberamente), si descrive un arco, al quale conducendo la tangente yz, si ha l'inclinazione α_2 delle palette allo sbocco. Da un punto qualunque z di yz si conduce $zw \parallel u_1$ ed $= yz$; si unisce ywr; per r la $\perp$ alla u_1 ad incontrare in o_1 la $\perp$ alla yz passante per y; da o_1 si traccia la curva interna della paletta. Si portano a_1, a_2 sulle normali alle tangenti estreme della paletta, in modo che riescan divise per metà dall'intervallo fra due palette vicine; e quindi si traccia il profilo della vena con spessori decrescenti da a_1 ad a_2. Con questo si determina lo smusso all'imbocco sul dorso della paletta, alla quale si darà uno spessore crescente dal basso all'alto, da s_2 sino a un mass. $= 1{,}5\, s_2 \div 2\, s_2$; non che lo spiraglio per l'aria nel vuoto fra la paletta e la vena.

5) *Effetto utile.* — Turbina completa: in media $\eta = 0{,}75$, al massimo 0,80 (calcolando Q in base a $\mu = 0{,}85$).

Turbina parziale, oppure turbina completa nei casi in cui lavora col distributore parzialmente otturato per volumi $<$ del normale:

Arco aperto	1/2	1/3	1/4	1/8	1/10 perif.
η	0,72 ÷ 0,75	0,69 ÷ 0,73	0,65 ÷ 0,70	0,60 ÷ 0,65	0,55 ÷ 0,60

Perdita d'effetto per l'annegamento, a turbina completa = circa 10 %; se la turbina è parziale, o è parzialm. otturata, questa perdita è $>$, e aumenta tanto più, quanto più cresce il grado di parzialità.

I *ritrecini* usati negli antichi molini (turbine parziali a un sol condotto distributore) danno un effetto utile di $0{,}40 \div 0{,}55$.

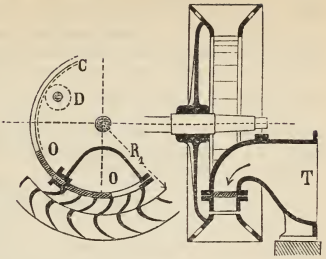
243. Turbine Girard cilindriche ad asse orizzontale

(fig. 145). — Applicabili sia a grandissimi Q con piccoli H (ruote-

turbine), sia, e più frequentemente, a piccoli e medî Q combinati con grandi H. Sempre parziali. Calcolazione del distributore come per le turbine elicoidali; solamente, trattandosi di turbine sempre parziali, determinati come sopra α_0, a_0, b_0, c_0, c_1, i_0, V, si cava addirittura il raggio interno R, o il grado di parzialità m dalla:

$$2\pi \frac{R_1}{m} \operatorname{sen} \alpha_0 = i_0 (a_0 + s_0)$$

Fig. 145.

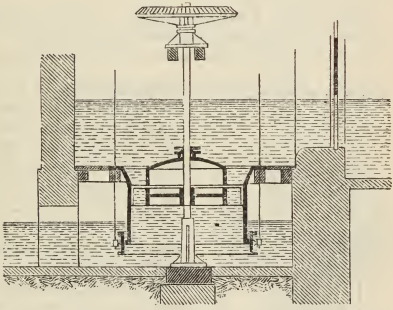


scegliendo arbitrariamente m, od R_1 secondo conviene (per piccoli H e grandi Q, si può sceglier R_1 grandissimo, come per una ruota idraulica di fianco).

Calcolazione della ruota come sopra, salvo che, determinati gli angoli α_1 α_2, conviene trovare per tentativi il centro della curva della paletta, non essendo applicabile la costruzione della fig. 144.

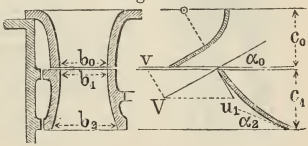
244. Turbine Jonval (fig. 146, 147). — Non offrono alcun vantaggio fuorchè pel caso di Q, H medî, quando Q è costante e il livello di scarico è assai variabile. Da non usarsi nel caso di grandi H con piccoli Q e in tutti i casi in cui Q è variab. In grandi opifici con acqua variab., sia in volume che nel livello di scarico, può convenire di accoppiare due turbine, una Jonval pel minimo Q e pel massimo H, e una Girard per l'acqua eccedente il Q minimo e per un tal valore di H, che la turbina non funzioni mai annegata.

Fig. 146.



L'acqua si introduce con tubo o senza come al N. ***242***. La turbina si può mettere a un'altezza qualunque sul livello di scarico, purchè non $> 7 \div 8$ m.

Fig. 147.



Non si fa mai parziale. L'acqua è regolata con una paratoia cilindrica al piede dell'inviluppo (fig. 146) o con disposizioni analoghe.

Le direttrici e le palette possono essere libere alla periferia esterna (fig. 146) o racchiuse fra due corone (fig. 147).

Per Q, H medi si può calcolare la turbina come segue:

Si fissa: $\alpha_0 = 20^\circ \div 30^\circ$; $\alpha_1 = 90^\circ - \alpha_0$; $V = \sqrt{gH}$; $v = \dfrac{V}{\cos \alpha_0}$; $i_0 =$ da 12 a 24, $c_0 =$ da 0,6 R a 0,4 R dalle piccole alle grandi turbine; b_0 d'ordinario $=$, meglio $< 0{,}4\ R$; s_0 come al N. **242**.

Messo il valore di b_0 nella:

$$2\,\pi\,R \operatorname{sen} \alpha_0 = \frac{Q}{b_0\,V} + i_0\,s_0$$

se ne cava R; e quindi si ha: $a_0 = \dfrac{Q}{i_0\,b_0\,V}$. Se R riuscisse troppo piccolo, si diminuiscano α_0 e $\dfrac{b_0}{R}$; viceversa nel caso contrario.

Tracciamento delle direttrici come al N. **242**.

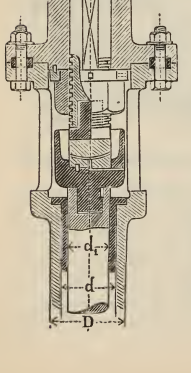
$i_1 =$ da 16 a 36, $c_1 =$ da 0,5 R a 0,33 R dalle piccole alle grandi turbine; $b_1 = b_0$; $b_2 = b_1 \div 1{,}25\,b_1$; $\alpha_2 = \dfrac{Q}{i_1\,b_2\,v}$; $s_2 = s_1 = s_0$ (per ghisa).

Si determinano u_1 a_1 α_1 α_2 e si traccia la curva delle palette come al N. **242**, senza spiragli per l'aria e senza lasciar giuoco alla vena, la quale riempie interamente il condotto. Si ommette quindi il tracciamento della vena.

Effetto utile a turbina piena $\eta = 0{,}70 \div 0{,}75$. Per volumi minori del normale, η decresce rapidamente, in guisa che per $^1/_2\ Q$ si ha $\eta = 0{,}30$ a $0{,}40$ (d'onde l'inattitudine di queste turbine per Q variabili).

245. Dettagli di costruzione. — Diametro del palo fisso in ferro d_1 (fig. 148) da calcolarsi in base al caso III, N. **103**, pel peso della ruota, albero e organi annessi, più il peso della colonna d'acqua insistente sulla corona della ruota, con un valore di $K =$ almeno $^1/_{20}$ del carico di rottura.

Fig. 148.



Il peso della ruota, albero e organi annessi si può all'ingrosso valutare $= {}^1/_2 \div {}^2/_3$ del peso complessivo della turbina, quale risulta dalla tabella LXXIX.

Per $K = {}^1/_{20}$ del carico di rottura si ha (P carico in kg., L lunghezza del palo in mm.):

$$d_1 = 0{,}18\,\sqrt[4]{PL^2}$$

Albero cavo di ghisa: se ne calcola la sezione anulare, fissando prima il diametro interno $d = d_1 +$ circa 20 mm., indi trovando il diam. esterno D, sia in base al momento di torsione secondo il N. **112**, sia colla formola:

$$D^3 = d^3 + 3650000\,\frac{N_e}{Kn} \quad (D, d \text{ in mm.}).$$

In questa formola si porrà K non $> 1^k \div 1^k,25$ per mmq.

Perno come al N. **204**; esso è a vite e dado per regolare la posizione della ruota (fig. 148) e anche pel ricambio dei pezzi.

Spessore delle corone: distributore $12 \div 18$ mm., ruota $16 \div 25$ mm. dai piccoli ai grandi valori di b_0.

Razze in numero di 4 a 6; loro larghezza al mozzo circa $= D$, loro spessore $= 0{,}20 \div 0{,}25$ della larghezza, con nervature. Spessore del mozzo $= 50 + 0{,}35\ D$. — Per piccole turbine, turbine ad asse orizzontale, ecc., si può sostituire alle razze un disco pieno.

246. *Esperienze sulle turbine.* — Per esperienze di collaudo o verificazione dell'effetto utile, si cercherà sempre di valutare Q mediante misure dirette della portata con uno dei sistemi indicati ai numeri **44** a **49**. Solo nel caso che non si possa farlo, lo si calcolerà in base alle dimensioni del distributore, colla:

$$Q = \mu\ i_0\ a_0\ b_0\ V_t \quad \text{(pei valori di } \mu \text{ vedi pag. 244).}$$

LXXIX. — Peso approssimato delle turbine Girard

(La tabella si riferisce ai tipi della officina già B. Roy e C.^{i} di Vevey, con otturatori radiali per turbine complete, e ad anello per turbine parziali. Il peso indicato comprende distributore, ruota, albero e palo coi loro accessori, esclusi l'ingranaggio e i travi di sostegno del distributore, da calcolarsi a parte secondo i casi).

Tipo	H	Peso in quintali per N_e cavalli:											
		10	**15**	**20**	**30**	**40**	**50**	**60**	**80**	**100**	**125**	**150**	**200**
	m.												
Fig. 140	**1,5**	35	45	56	65	75	80	90	107	—	—	—	—
	2	30	38	48	58	65	75	82	96	110	—	—	—
	2,5	27	34	40	48	55	62	70	85	100	110	—	—
	3	24	30	36	42	50	56	65	80	90	100	110	—
	3,5	22	26	32	38	45	52	60	75	82	90	100	120
Fig. 139	**3**	32	37	42	50	55	62	70	83	95	—	—	—
	4	29	32	37	45	50	58	65	77	90	102	115	140
	6	26	30	34	41	47	54	60	71	80	90	100	125
	8	24	28	32	38	44	50	56	66	70	80	90	110
	10	22	25	30	35	40	45	50	58	60	66	76	95
	12	—	—	—	30	35	40	45	53	56	60	70	80
	15	—	—	—	—	—	32	36	43	50	55	60	70
Fig. 143	**5**	25	27	31	36	42	51	58	67	72	—	—	—
	8	23	25	29	33	38	45	51	60	63	67	—	—
	12	18	23	25	30	34	40	43	52	56	60	63	—
	15	16	20	23	27	30	34	38	44	50	54	58	—
	20	14	16	20	23	25	29	31	36	43	47	52	65
	30	12	15	18	20	23	27	29	34	39	43	47	58
	50	11	13	16	18	21	24	27	31	34	37	40	50

6. MOTRICI A VAPORE

A. Proprietà del vapor d'acqua

247. Dati relativi al vapor d'acqua saturo.

a) Pressione, temperatura e densità del vapor saturo asciutto.

p_a = press. in atmosfere (1 atm. = 10330 kg. per mq. = 1,033 kg. per cmq. = 14,7 libbre inglesi per pollice quadrato).

t = temperatura in gradi centigradi
s = volume in mc. di 1 kg. di vapore asciutto
$\gamma = 1/s$ = peso in kg. di 1 mc. di vapore asciutto
σ = volume in mc. di 1 kg. d'acqua alla temp. t.

} corrispondenti alla press. p_a.

I valori di questi elementi si hanno dalle seg. tab. LXXX, LXXXI; quanto a σ si può anche ritenerlo approssim. = $0^{mc},001$.

b) Stato e titolo del vapore. Se, a una data pressione p_a, il volume v di 1 kg. di vapore risultasse $> s$, è segno che il vapore è surriscaldato (vedi N. **251**); se è $< s$, è segno che è umido e che contiene, per ogni kg., $\frac{s - v}{s - \sigma}$ kg. d'acqua. Il *titolo* del vapore (quantità di vapore asciutto contenuto in 1^k di vapore umido) è: $x = \frac{v - \sigma}{s - \sigma}$.

Viceversa, se si tratta di vapore umido del titolo x, il volume di 1^k sarà: $v = x\,(s - \sigma) + \sigma$.

248. Calore di vaporizzazione.

Per riscaldare 1^k d'acqua da 0^0 a θ^0 si richiedono:

$$q_\theta = \theta + 0{,}00002\,\theta^2 + 0{,}0000003\,\theta^3 \text{ calorie; o appross. } q_\theta = \theta.$$

Per convertire 1^k d'acqua a 0^0 in vap. asciutto a t^0:

$$\lambda = 606{,}5 + 0{,}305\ t \text{ calorie.}$$

Per convertire 1^k d'acqua a θ^0 in vap. asciutto a t^0:

$$\lambda - q_\theta \text{ calorie; o appross. } \lambda - \theta \text{ calorie;}$$

quindi per convertire 1^k d'acqua a t^0 in vap. alla stessa temp., circa:

$$\lambda - t = 606{,}5 - 0{,}695\ t \text{ calorie.}$$

Calore latente interno (differenza fra il calore contenuto in 1^k di vap. asciutto e quello contenuto in 1^k d'acqua alla stessa temp.):

$$\rho = 575{,}4 - 0{,}791\ t \text{ calorie.}$$

Calore convertito in lavoro esterno nella produzione di 1^k di vapore:

$$\frac{1}{424}\,10330\,p_a\,(s - \sigma) \text{ calorie.}$$

La somma di queste due quantità rappresenta il calore richiesto per convertire 1^k d'acqua a t^0 in 1^k di vap. asciutto alla stessa temp.

Se il vapore è umido, si considereranno separatamente le quantità di vapore asciutto e d'acqua che esso contiene.

LXXX. — Tabella del vapor d'acqua

p_a atm.	t centigr.	s mc.	γ kg.	p_a atm.	t centigr.	s mc.	γ kg.
0,1	46,2	14,552	0,069	5,4	155,1	0,338	2,956
0,2	60,4	7,543	0,133	5,5	155,8	0,332	3,007
0,3	69,5	5,140	0,194	5,6	156,6	0,327	3,059
0,4	76,2	3,916	0,255	5,7	157,2	0,321	3,110
0,5	81,7	3,171	0,315	5,8	157,9	0,316	3,161
0,6	86,3	2,671	0,374	5,9	158,6	0,311	3,212
0,7	90,3	2,302	0,433	6,0	159,2	0,306	3,263
0,8	93,9	2,036	0,491	6,1	159,9	0,302	3,314
0,9	97,1	1,822	0,549	6,2	160,5	0,297	3,365
1,0	100,0	1,650	0,606	6,3	161,1	0,293	3,416
1,1	102,7	1,509	0,663	6,4	161,8	0,288	3,467
1,2	105,2	1,390	0,719	6,5	162,4	0,284	3,518
1,3	107,5	1,289	0,776	6,6	163,0	0,280	3,568
1,4	109,7	1,202	0,832	6,7	163,6	0,276	3,619
1,5	111,7	1,127	0,887	6,8	164,2	0,272	3,670
1,6	113,7	1,060	0,943	6,9	164,8	0,269	3,721
1,7	115,5	1,002	0,998	7,0	165,3	0,265	3,771
1,8	117,3	0,949	1,053	7,25	166,8	0,256	3,897
1,9	119,0	0,902	1,108	7,5	168,2	0,248	4,023
2,0	120,6	0,860	1,163	7,75	169,5	0,241	4,149
2,1	122,1	0,821	1,218	8,0	170,8	0,234	4,275
2,2	123,6	0,785	1,272	8,25	172,1	0,227	4,400
2,3	125,1	0,753	1,326	8,5	173,4	0,221	4,525
2,4	126,5	0,723	1,380	8,75	174,6	0,215	4,650
2,5	127,8	0,697	1,434	9,0	175,8	0,209	4,774
2,6	129,1	0,672	1,488	9,25	176,9	0,204	4,898
2,7	130,3	0,648	1,542	9,5	178,1	0,199	5,022
2,8	131,6	0,627	1,596	9,75	179,2	0,194	5,147
2,9	132,8	0,606	1,649	10,0	180,3	0,190	5,270
3,0	133,9	0,587	1,702	10,25	181,4	0,185	5,394
3,1	135,0	0,570	1,756	10,5	182,4	0,181	5,517
3,2	136,1	0,553	1,809	10,75	183,5	0,177	5,640
3,3	137,2	0,537	1,862	11,0	184,5	0,173	5,764
3,4	138,2	0,522	1,915	11,25	185,5	0,170	5,886
3,5	139,2	0,508	1,968	11,5	186,5	0,166	6,009
3,6	140,2	0,495	2,020	11,75	187,5	0,163	6,132
3,7	141,2	0,482	2,073	12,0	188,4	0,160	6,254
3,8	142,1	0,470	2,125	12,25	189,3	0,157	6,376
3,9	143,1	0,459	2,178	12,5	190,3	0,154	6,499
4,0	144,0	0,448	2,230	12,75	191,2	0,151	6,621
4,1	144,9	0,438	2,283	13,0	192,1	0,148	6,742
4,2	145,8	0,428	2,335	13,25	193,0	0,146	6,864
4,3	146,6	0,419	2,387	13,5	193,8	0,143	6,986
4,4	147,5	0,410	2,439	13,75	194,7	0,141	7,107
4,5	148,3	0,401	2,491	14,0	195,5	0,138	7,228
4,6	149,1	0,393	2,543	14,5	197	0,134	7,46
4,7	149,9	0,385	2,595	15,0	199	0,130	7,69
4,8	150,7	0,378	2,647	15.5	200	0,127	7,87
4,9	151,5	0,371	2,698	16,0	202	0,123	8,10
5,0	152,2	0,364	2,750	17	205	0,116	8,65
5,1	153,0	0,357	2,802	18	208	0,109	9.15
5,2	153,7	0,350	2,853	19	210	0,104	9,65
5,3	154,4	0,344	2,905	20	213	0,099	10,10

LXXXI. — Volume di 1^k d'acqua a diverse temperature

Temp. centigradi	Vol. σ di 1 chilogr. mc.	Temp. centigradi	Vol. σ di 1 chilogr. mc.	Temp. centigrad	Vol. σ di 1 chilogr. mc.	Temp. centigradi	Vol. σ di 1 chilogr. mc.
— 10	0,00100185	30	0,00100424	90	0,00103586	150	0,00109030
— 5	0,00100070	40	0,00100767	100	0,00104315	160	0,00110179
0	0,00100012	50	0,00101193	110	0,00105119	170	0,00111395
4	0,00100000	60	0,00101698	120	0,00105993	180	0,00112678
10	0,00100026	70	0,00102263	130	0,00106937	190	0,00114026
20	0,00100173	80	0,00102902	140	0,00107949	200	0,00115438

249. Efflusso del vapore. — La velocità w d'efflusso del vapore da una caldaia, ove la pressione *assoluta* è p_a, nell'atmosfera (quindi la velocità dovuta a una press. *effettiva* di efflusso di $(p_a - 1)$ atmosfere) e il peso G di fluido effluito al $1''$ per mq. di sezione dell'orificio, sono dati dalla seguente tabella di Zeuner:

$p_a =$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	atm.
$w =$	430	436	440	443	445	447	449	451	452	453	455	456	m. al $1''$
$G =$	309	457	604	750	895	1040	1183	1326	1469	1611	1753	1894	k. al $1''$

I valori di G possono essere rappresentati dalla:

$$G = 157\, p_a^{\,0,9697}; \quad \text{o approssim. } G = 150\, p_a.$$

Secondo gli esperimenti di Ser e altri, si dovrebbe invece ritenere:

$$G = 200\, p_a \quad \text{(valevole fra 2 e 10 atm.).}$$

In tutti i casi, G va moltiplicato per il coefficiente d'efflusso, che si può prendere in media, per gli orifici in uso sulle caldaie = 0,65.

250. Condotte di vapore. — Perdita di pressione: approssim. colle formole del N. **86.** — Vapore condens. nelle condotte: v. N. **13.**

251. Vapore surriscaldato. — Il vap. è surriscaldato, quando a pari pressione ha una temperatura > o una densità < di quella dello stato saturo. La relazione fra la press. p_a in atm., la temp. t e la densità γ (in kg. per mc.) è appross. secondo Zeuner:

$$p_a = \left[0{,}00493\,(273 + t) - 0{,}188\,\sqrt[4]{p_a}\right]\gamma$$

Con minore approssimaz. si può considerare il vap. surr. come un gas, colla formola:

$$p_a = 0{,}00455\,(273 + t)\,\gamma$$

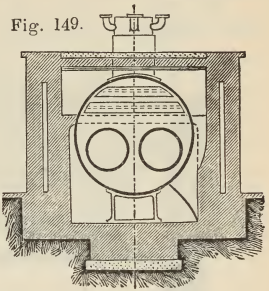
Calore necessario per elevare di 1^0 la temp. di 1^k di vap. surrisc.: a pressione costante 0,48, a volume costante 0,35 calorie circa.

B. Caldaie a vapore

252. Tipi ordinari di caldaie fisse.

1. *Caldaia Cornovaglia* (fig. 149, 150). — Le caldaie Cornovaglia a 1 focolare sono applicabili entro i limiti di 10 a 55 mq. di superficie riscaldata (circa 8 a 50 cavalli); le caldaie a 2 focolari fra 35 a 90 mq. (24 ÷ 80 cavalli circa).

Fig. 149.

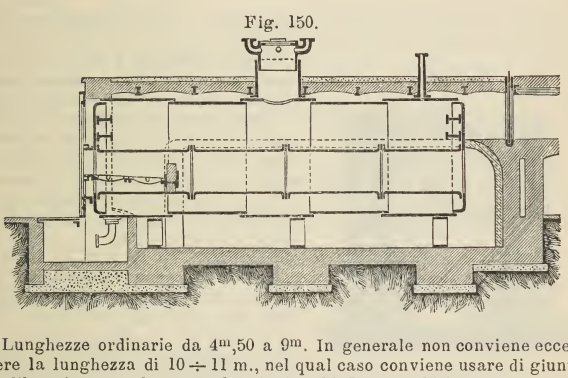


Altezza della camera di vapore = circa $^1/_3$ del diametro della caldaia; altezza minima d'acqua sui focolari = $0^m,15 \div 0^m,20$; distanza min. interna fra focolari e caldaia o fra i due focolari = $0^m,12 \div 0^m,15$.

Diametri *D*, *d* della caldaia e dei tubi interni: se a un sol focolare, $D = 1^m,25 \div 1^m,80$, a cui corrisponde $d = 0^m,60 \div 0^m,90$; se a 2 focolari,

si fa d'ordinario :	$D = 1^m,80$	$1^m,90$	$2^m,00$	$2^m,10 \div 2^m,20$	
a cui corrisponde :	$d = 0^m,65$	$0^m,70$	$0^m,75$		$0^m,80$

Fig. 150.



Lunghezze ordinarie da $4^m,50$ a 9^m. In generale non conviene eccedere la lunghezza di $10 \div 11$ m., nel qual caso conviene usare di giunti di dilatazione, o almeno a flangia (N. **253**) pei tubi interni.

Superficie riscaldata = $^1/_2 \div ^7/_{12}$ della superficie cilindrica della caldaia + tutta la superficie dei tubi interni.

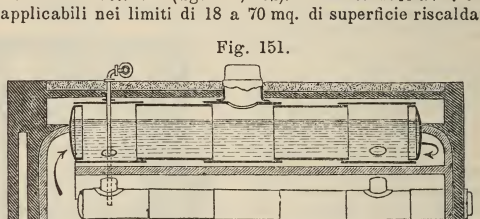
Condotti del fumo: d'ordinario 3 giri come nella fig. 149, percorrendo prima i tubi interni, poi il condotto inferiore, infine il superiore; oppure i tubi interni, poi due condotti laterali, poi un condotto inferiore.

Alimentazione nella parte più lontana del focolare.

Si può aumentare l'utilizzazione del fumo, sia usando pei tubi interni la lamiera ondulata (sistema Fox), sia aggiungendo due tubi riscaldatori di $0^m,50 \div 0^m,70$ di diametro (da calcolarsi per la metà della loro superficie riscaldata) collocati nel condotto superiore del fumo, oppure (specialmente se gli stessi riscaldatori servono per più caldaie) in condotti percorsi dal fumo nel suo tragitto dalle caldaie al camino.

2. *Caldaie a bollitori* (fig. 151, 152). — Le caldaie a $2 \div 3$ bollitori sono applicabili nei limiti di 18 a 70 mq. di superficie riscaldata (circa

Fig. 151.



12 a 60 cavalli). Per superfici o forze minori, conviene adottare un sol bollitore, o anche una caldaia cilindrica semplice.

Fig. 152.

Livello d'acqua a $0^m,12 \div 0^m,15$ sopra al centro della caldaia; condotti del fumo non più alti del centro.

Diam. D della caldaia non $< 0^m,80$, non $> 1^m,30$; diametro d dei bollitori non $< 0^m,50$, non $> 0^m,70$. Lunghezza come sopra (per caldaia cilindrica semplice, lunghezza anche $> 11^m$).

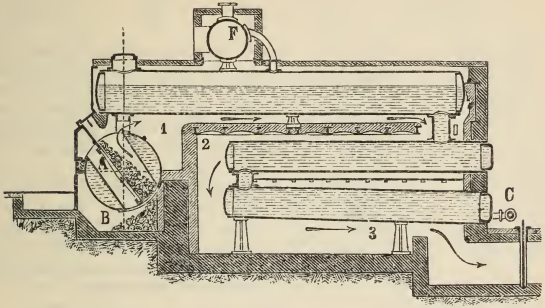
Superficie riscaldata $= {}^1/_2$ superficie cilindrica della caldaia $+ {}^5/_6$ superficie dei bollitori.

Condotti del fumo: tre giri, uno sotto i bollitori, due lungo i fianchi della caldaia (1, 2, 3, fig. 152). Per utilizzare maggiorm. il fumo, può convenire di aggiungere lateralm. due tubi riscaldatori di $0^m,50 \div 0^m,70$ di diam. (da calcolarsi per la metà della loro superf. riscald.) con due altri giri di fumo. Alimentaz. all'estremità dei bollitori nel 1° caso, all'estremità del 2° riscaldat. nel 2° caso.

3. *Caldaie a riscaldatori* (fig. 153). — Applicabili negli stessi limiti delle caldaie a bollitori, impiegando 2, o più terne (come quella indicata nella figura) messe l'una di fianco all'altra e composte cadauna di un corpo principale di $0^m,80 \div 1^m$ di diametro e di due tubi riscaldatori

sottoposti di $0^m,60 \div 0^m,80$. Lunghezza come per le caldaie a bollitori. Collettore di vapore *F* comune alle 2 o più terne.

Fig. 153.



Focolare esterno sotto ai corpi principali, oppure focolare interno semplice o doppio, sistema Ten-Brink, come nella fig. 153 (*A* focolare, *B* cenerario), la cui camera d'acqua comunica superiormente coi corpi medesimi.

Superficie riscaldata $= {}^1/_2$ superficie del corpo cilindrico $+ {}^5/_6$ superficie dei riscaldatori.

Condotti del fumo: tre giri, il 1° sotto il corpo cilindrico, il 2° e il 3° attorno ai due riscaldatori. Circolazione d'acqua inversa di quella del fumo, alimentando all'estremità dell'ultimo riscaldatore di ogni terna (*C* tubo comune d'alimentazione) al quale scopo i riscaldatori si fanno acclivi nel senso del movimento dell'acqua.

4. *Caldaie tubulari.* — Sono a tubi di fumo (tipo locomotiva, locomobile, o caldaia marina), o a tubi d'acqua (tipo così detto inesplodibile, Belleville, Root, ecc.). Diam. dei tubi $60 \div 100$ mm., spess. 3^{mm}. Superficie riscaldata dei tubi = circa ${}^3/_4$ della loro superficie effettiva.

253. *Dettagli di costruzione delle caldaie.*

Giunti. — Generalmente a sovrapposizione, raramente a coprigiunto. Chiodatura come al numero **201**. Quando gli anelli sono di un sol foglio (fig. 154) si alternano i giunti longitudinali come in *a*, *b*. Per anelli in 2 fogli (fig. 155) i giunti *aa* si alternano con *bb* sopra e sotto il diametro orizzontale. — Lunghezza anelli, da mezzo a mezzo delle linee dei chiodi, ordinariamente $1^m \div 1^m,35$.

Fig. 154.

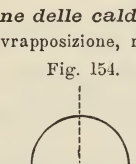


Fig. 155.

Giunti d'angolo, sia a flangia (fig. 156), sia a ferro d'angolo esterno o interno (fig. 157). Loro proporzioni come segue:

per $s_1 =$	$7 \div 9^{mm}$:	$\sigma = 13^{mm}$;	$b = 80^{mm}$;	$a = 46^{mm}$;	$c = 55 \div 60^{mm}$
	$10 \div 14$	16	90	52	$60 \div 70$
	$16 \div 18$	18	90	55	$70 \div 80$
	$20 \div 22$	20	100	60	$80 \div 85$

Fig. 156.

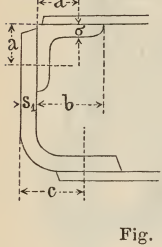
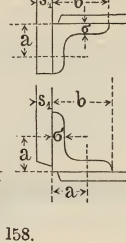


Fig. 157.



Volgere in senso contrario alla fiamma i giunti che le sono direttam. esposti (fig. 150, 151); evitare di esporvi i giunti longitudinali. Usata, per focolari interni, la disposizione della fig. 160, coi giunti tutti a flangia ($e = 10 \div 12$ mm.).

Fondi piani rinforzati con ferri a **T** (fig. 150) o cantonali (fig. 160).

Tubi per caldaie tubulari, sia innestati a viera come nella fig. 159 (parte del fuoco), sia semplicemente forzati coll'allargatoio.

Fig. 158.

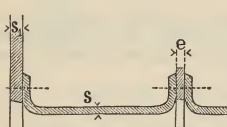


Fig. 159.

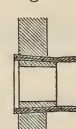
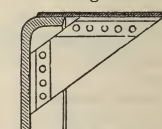


Fig. 160.



Cupola di presa di vapore: diam. $0^m,60 \div 0^m,90$; altezza $0^m,70 \div 1^m$. *Passo d'uomo:* almeno $0^m,30 \times 0^m,40$; meglio $0^m,35 \times 0^m,45$.

254. *Spessore delle pareti* (regole di Amburgo).

1) *Pareti cilindriche con pressione interna.*

D diam., s spessore, in mm.; R carico di rottura del materiale in kg. per mmq. (pag. 105); $z = 0{,}56$, oppure 0,70, secondo che le chiodature longitudinali sono semplici o doppie; p_e press. effettiva in kg. per cmq. Si prenda:

$$s = \frac{p_e\, D}{40\, Rz}$$ (vedi tab. LXXXII a pag. seg.).

Non si impiegheranno, di regola, spessori $> 20^{mm}$ (salvo pei fondi piani) nè $< 7^{mm}$ (salvo pei tubi).

2) *Pareti cilindriche con pressione esterna* (focolari Cornovaglia, tubi del fumo, ecc.).

D diam., s spess., in mm.; L distanza in mm. fra due rinforzi consecutivi (per es. fra due flangie, fig. 158); p_e come sopra; $\sigma = 0{,}5 \div 1{,}5$ mm.:

$$s = \frac{p_e\, D}{2000}\left(1 + \sqrt{1 + \frac{100}{p_e}\,\frac{L}{L + D}}\right) + \sigma$$ (tab. LXXXIII, pag. seg.).

Pei tubi Fox vale la stessa formola, posto $L = 0$.

LXXXII. — Pareti cilindriche con pressione interna

$R = 30$ kg. per mmq., $z = 0{,}70$ (chiodature longitud. doppie)

Spess. in mm.	Massimo diam. in mm. ammissibile per p_e (kg. per cmq) =									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7	5880	2940	1960	1470	1176	980	840	735	653	588
8	—	3360	2240	1680	1344	1120	960	840	746	672
9	—	3780	2520	1890	1512	1260	1080	945	840	756
10	—	4200	2800	2100	1680	1400	1200	1050	933	840
11	—	4620	3080	2310	1848	1540	1320	1155	1026	924
12	—	5040	3360	2520	2016	1680	1440	1260	1120	1008
13	—	—	3640	2730	2184	1820	1560	1365	1213	1092
14	—	—	3920	2940	2352	1960	1680	1470	1306	1176
15	—	—	4200	3150	2520	2100	1800	1575	1400	1260
16	—	—	4480	3360	2688	2240	1920	1680	1493	1344
17	—	—	4760	3570	2856	2380	2040	1785	1586	1428
18	—	—	5040	3780	3024	2520	2160	1890	1680	1512

LXXXIII. — Pareti cilindriche con pressione esterna

Spessore s in mm. pei seguenti valori di L, D, p_e:

L	D	Pressione p_e in kg. per cmq.							
mm.	mm.	3	4	5	6	7	8	9	10
500	600	7	7	7,5	8	8,5	8,5	9,5	10
	700	7	7,5	8,5	9	9,5	10	10,5	11,5
	800	7	8,5	9,5	10	10,5	11	12	13
1000	600	7	7,5	8,5	9	9	9,5	10,5	11
	700	7,5	8,5	9,5	10	10,5	11	12	13,5
	800	8	9	10,5	11	11,5	12	13	15
1500	600	7	8	9	9	9,5	10	11	11,5
	700	7,5	9	10	10,5	11	11,5	12,5	13,5
	800	8,5	10	11	11,5	12	13	14	15
2000	600	7	8	9	9,5	10	10	11	12
	700	8	9	10	11	11,5	12	12,5	13,5
	800	8,5	10	11	12	12,5	13,5	14,5	15,5
3000 e più	600	7	8	9	9,5	10	10,5	11,5	12
	700	8	9,5	10,5	11	11,5	12	13	14
	800	9	10,5	11,5	12,5	13	13,5	15	16

Nota ai N. 1), 2). — Le regole usualmente applicate dai costruttori europei, per lo spessore delle pareti cilindriche di lamiera di ferro, danno come media le formole seguenti (D, L diametro e lungh. in m., s spessore in mm., n_e press. effettiva in atm. $= 1{,}03\ p_e$ kg. per cmq.):

pressione interna: $s = 1{,}1\ Dn_e + 3$

pressione esterna: $s = 1{,}1\ Dn_e + 0{,}6\ L + 3$

Colla prima di queste formole è calcolata la seguente tabella:

D	Valori di s per n_e = atmosfere						D	Valori di s per n_e = atmosfere					
m.	3	4	5	6	7	8	m.	3	4	5	6	7	8
0,60	5,0	5,7	6,3	7,0	7,6	8,3	1,10	6,7	7,9	9,1	10,3	11,5	12,7
0,70	5,3	6,1	6,9	7,6	8,4	9,2	1,20	7,0	8,3	9,6	10,9	12,3	13,6
0,80	5,7	6,5	7,4	8,3	9,2	10,1	1,30	7,3	8,7	10,2	11,6	13,0	14,5
0,90	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	10,9	1,40	7,6	9,2	10,7	12,3	13,8	15,3
1,00	6,3	7,4	8,5	9,6	10,7	11,8	1,50	8,0	9,6	11,3	12,9	14 6	16,2

3) *Tubi per caldaie tubulari:* di ottone, spess. $2{,}5 \div 3$ mm.; di ferro, vedi tab. LXIX, *C*; tubi-tiranti, spess. doppio a pari diam. esterno.

4) *Fondi e pareti piane:* Se e è la massima distanza in mm. dei rinforzi fra loro e dalle pareti laterali, si prenderà:

$$s = 0{,}12\, e \sqrt{\frac{p_e}{R}} + \sigma$$

p_e, R come in 1) 2); $\sigma = 3$ mm. per pareti esposte al fuoco, 1,5 mm. se non esposte, 15 mm. per le piastre tubulari.

5) *Fondi a calotta sferica, r* raggio di curvatura:

$$s = \frac{p_e\, r}{800}.$$

6) *Serbatoi* senza pressione (casse d'acqua, gasometri, ecc.): $s = 3$ a 5 mm. con cantonali di $50 \div 65$ mm. di lato, grossi $6{,}5 \div 10$ mm.

255. *Valvole di sicurezza.* — Massima larghezza della zona di contatto 2^{mm}; minimo diam. in mm. di cadauna delle 2 valvole per una caldaia di S mq. di superf. riscaldata (n_e press. effett. in atm.):

$$d = 26 \sqrt{\left\{\frac{S}{n_e + 0{,}59}\right\}}$$ d'onde la seguente tabella:

S	Valori di d in mm. per n_e = atm.								S	Valori di d in mm. per n_e = atm.							
mq.	1	2	3	4	5	6	7	8	mq.	1	2	3	4	5	6	7	8
4	41	32	27	24	22	20	19	18	35	121	95	81	70	65	60	56	53
6	50	39	34	30	27	25	23	22	40	130	101	86	75	69	64	59	56
8	58	46	39	34	31	29	27	25	45	137	107	91	80	73	68	63	60
10	65	51	43	38	35	32	30	28	50	145	113	96	84	76	70	67	63
12	71	56	47	42	38	35	33	31	55	151	119	101	88	80	75	70	66
14	77	60	51	45	41	37	35	33	60	158	124	106	93	84	78	73	69
16	82	65	55	48	44	40	38	35	65	164	130	112	97	88	82	76	72
18	87	68	58	51	47	43	40	37	70	171	136	117	101	92	85	79	74
20	92	72	61	54	49	45	42	40	80	184	144	122	109	99	91	85	79
25	103	81	69	60	55	50	47	44	90	195	153	129	114	105	96	90	84
30	113	88	75	66	60	55	52	49	100	206	162	138	120	110	100	94	86

256. *Tuberia.* — *Spessore:* tubi di ghisa, vedi N. **226**; tubi di rame, o ferro, vedi N. **226**, o la tab. seguente (n_e press. in atm.):

Spess. in mm.	Massimo diam in mm., che si può dare al tubo per $n_e =$ atm.									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	270	140	90	70	60	50	45	40	35	30
2,5	—	330	220	167	133	110	95	83	74	67
3	—	480	320	230	190	160	140	120	100	90
4	—	—	550	400	320	270	250	200	170	160
5	—	—	—	—	460	390	350	280	250	220
6	—	—	—	—	—	—	450	360	320	290

Diametro dei tubi di vapore. — Per tubi di presa delle macchine a vapore (deflusso intermittente) vedi N. **270**. Per tubi di condotta ordinari si determini il diametro per una velocità media del vapore di circa 25^m al 1$''$, in base alla quale è calcolata la seguente tabella:

Diam. del tubo in mm.	Portata del tubo in kg. di vapore all'ora, per $n_e =$ atm.:							
	1	2	3	4	5	6	7	8
50	200	300	400	500	570	660	750	820
60	300	440	580	700	800	950	1100	1200
70	400	600	800	1000	1150	1300	1500	1600
80	500	750	1000	1200	1450	1700	1900	2100
100	800	1200	1600	1900	2300	2650	3000	3300
120	1200	1800	2300	2800	3200	3800	4100	4800
140	1600	2400	3200	4000	4600	5200	6000	6400
160	2000	3000	4000	4800	5800	6800	7600	8400
180	2700	4000	5200	6300	7200	8500	9900	10800
200	3200	4800	6100	7600	9000	10500	12000	13200
240	4800	7200	9200	11200	12800	15200	17600	19200
280	6400	9600	12800	16000	18400	20800	24000	25600
320	8000	12000	16000	19000	23000	27000	30500	33500

Tubo d'alimentaz.: sez. $= 0{,}15 \div 0{,}30$ cmq. per mq. di sup. riscaldata; minimo diametro 20 mm.

257. *Focolare.* — Superficie della griglia:

$1{,}25 \div 1{,}80$ mq. per 100^k carbon fossile all'ora per caldaie fisse;
$0{,}60 \div 1{,}00$ mq. per 100^k carbon fossile all'ora per caldaie trasportabili;
$0{,}60 \div 0{,}80$ mq. per 100^k legna o torba all'ora.

Massima lungh. della griglia 2^m, per grandi caldaie anche 2^m,40; mass. largh. 1^m,50; lungh. l delle sbarre non $> 900^{mm}$. Spessore sbarre ordinarie $8 \div 15$ mm. con $6 \div 10$ mm. di intervallo. Altezza sbarre a metà lungh. $= 0{,}1\ l + 25^{mm}$, agli estremi 35^{mm}. Per carboni minuti si impiegano piccole sbarre, grosse $5 \div 6$ mm., con $3 \div 5$ mm. d'intervallo, lunghe $300 \div 500$ mm., alte come sopra. — Altare alto $0{,}12 \div 0{,}20$ m.

Porta del focolare: larghezza $0^m{,}30 \div 0^m{,}50$; altezza $0^m{,}26 \div 0^m{,}37$.

Distanza dalla griglia alla caldaia $= 0^m{,}40 \div 0^m{,}50$ per carbon fossile e coke; $0^m{,}50 \div 0^m{,}60$ per legna e combustibili a lunga fiamma.

258. *Camino e condotti del fumo.*

Per caldaie fisse, l'altezza minima del camino e la sua sezione per ogni 100 kg. di carbon fossile bruciato all'ora si fisseranno in relazione alla lunghezza sviluppata dei condotti del fumo come segue:

Sviluppo condotti del fumo...: m.	12	18	24	30	35	40
Altezza del camino almeno...: m.	16	20	25	30	35	40
Sezione per 100^k carbone-ora.: mq.	0,32	0,30	0,28	0,26	0,23	0,20

Per caldaie trasportabili con tirata forzata a getto di vapore (macchine locomobili, e verticali): altezza minima $2,5 \div 4$ m., sezione $0,08 \div 0,10$ mq. per 100 kg. carbon fossile all'ora.

Sezione costante su tutta l'altezza. Spessore alla sommità $1 \div 2$ teste di mattone ($0^m,15 \div 0^m,22$); scarpa esterna 3 % dell'altezza pei camini di piccola altezza, $2,5 \div 2$ % per camini medî e alti. Si può costruire un camino sia a tronchi di spessore costante, con riseghe di una testa dall'uno all'altro, sia a superficie interna liscia. Per grandi camini, parete doppia con tramezzi di unione radiali: la parete interna a spessore costante, l'esterna con riseghe (fig. 161). — Sezione circolare sempre preferibile. — Solamente per temperature del fumo di 500° e più si riveste di mattoni refrattari la parte inferiore. — Scala interna o esterna di sbarre di ferro. — Camini di lamiera, spessore alla sommità 2^{mm}, al piede 5^{mm}. — Fondazione a scaglioni, con platea di calcestruzzo e palificazione se è il caso; lato della base della fondazione $= {}^1/_7$ almeno dell'altezza del camino (basi larghissime sempre preferibili); profondità secondo il terreno.

Fig. 161.

Per ogni mc. di muratura di camino occorrono in media giornate $2 \div 2\ {}^1/_2$ di muratore e garzone. Il costo di 1^{mc} si può valutare $= 1\ {}^1/_2$ volte quello delle murature ordinarie (calcolando il vuoto per pieno nel caso della doppia parete).

Sezione dei condotti del fumo: si usa ordinariamente di fare la sezione del 1° giro di fumo $= {}^3/_2 \div {}^4/_3$ di quella del camino, diminuendola nei successivi giri fino a raggiungere la sezione del camino; sezione all'altare $=$ o poco $>$ della sezione del camino.

259. *Muratura delle caldaie.*

Minimo spessore delle pareti $= 3 \div 4$ teste.

Rivestimento refrattario: caldaie Cornovaglia, almeno sul fondo posteriore (numero dei mattoni refrattari $= 4$ % circa di quelli occorrenti complessivamente per l'intera muratura); al più sul fondo posteriore e sui condotti laterali (mattoni refrattari nella misura del 15 %). Caldaie a bollitori o riscaldatori, rivestimento refrattario sul 1° giro e sul fondo (numero dei mattoni refrattari $= 16$ % circa di quelli occorrenti per l'intera muratura).

Cubatura approssimata della muratura:

	Cald. Cornovaglia $D =$			Cald. a 2 bollitori $D =$		
	$1^m,50$	$1^m,80$	$2^m,10$	$0^m,80$	$1^m,00$	$1^m,20$
Muratura per metro di lunghezza ..... mc.	2,60	3,20	3,80	3,70	4,00	4,30
Per ambedue le teste.. mc.	4,00	5,30	7,20	7,40	9,40	10,40

Per ogni mc. di muratura occorrono in media giornate $2\,^1/_2 \div 4$ di muratore e garzone, secondo la difficoltà del lavoro. Il costo di 1^{mc} si può valutare all'incirca $= 1\,^1/_2 \div 1\,^3/_4$ volte il costo di 1^{mc} di muratura ordinaria, non compreso, però, il costo dei mattoni refrattarî.

260. Produzione di vapore.

Produzione di vapore da assegnarsi per mq. di superficie riscaldata e per ora: caldaie fisse, al minimo 12, al massimo 18 kg.; caldaie trasportabili a tirata forzata (locomobili e verticali) $18 \div 25$ kg.; caldaie marine e locomotive $25 \div 40$ kg. e anche più (tirata forzata).

Carbon fossile per mq. di superficie riscaldata e per ora: caldaie fisse $1,5 \div 2,5$ kg. (per grandissima economia $1,1 \div 1,5$ kg.); caldaie trasportabili a tirata forzata $2,5 \div 4$ kg.; caldaie marine e locomotive $4 \div 8$ kg. (tirata forzata).

Produzione normale di vapore per kg. di buon carbone Cardiff:

Caldaie fisse a focolare interno eccezionalm. buone ..... $9 \div 10$ kg.
Caldaie fisse a focolare interno buone ordinarie ..... $8 \div 9$ »
Caldaie fisse a focolare esterno buone ordinarie ..... $7 \div 8$ »

Alimentando con acqua di condensazione, la produzione aumenta di $4 \div 5\,\%$ (pericolo di colpi di fuoco pel grasso importato dall'acqua).

Alimentando con acqua calda a $80^0 \div 100^0$ come si ottiene cogli *Economizzatori,* si ha un aumento di produzione di $10\,\%$ in media. Questi apparecchi utilizzano il fumo prima che entri nel camino, riscaldando l'acqua d'alimentaz. in una serie di tubi aventi una superficie riscaldata $= {}^1/_{10} \div {}^1/_4$ (anche sino a $^1/_2$) della superficie riscaldata della caldaia, e una capacità $= {}^1/_2 \div {}^5/_4$ del volume d'acqua d'alimentazione richiesta all'ora; e si calcoleranno al più per la metà della loro superficie riscaldata.

Relazione fra la produzione di vapore e la temperatura del fumo alla base del camino. — È difficile a stabilirsi in via generale, benchè sia importante; però può servir di norma la seguente tabella, redatta in base a esperienze dell'autore e a dati raccolti da fonti attendibili.

Carbone	per mq.-ora: kg.	1,25	1,5	2	2,5	3	4	5	6	8
Vapore	per mq.-ora: »	12	13,5	16	18	21	25	30	35	41
Vapore per kg. carbone:	»	9,5	9	8	7,5	7	6,3	6,1	5,9	5,5
Temperatura del fumo..:	»	150^0	200^0	250^0	280^0	310^0	350^0	380^0	400^0	440^0

Depressione alla base del camino necessaria a una buona tirata: 5 ÷ 6 mm. d'acqua per piccole caldaie, 7 ÷ 9 mm. per singole caldaie medie e grandi; 10 ÷ 15 e anche più per gruppi di grosse caldaie.

Superf. riscaldata da assegnarsi in media per cav. di forza effettiva.

Macch. fisse di piccola e media forza senza condensaz.	1,5 mq.
Macch. fisse di grande forza senza condensazione.....	1,0 ÷ 1,2 »
Macch. fisse di grande e media forza a condensazione .	0,7 ÷ 1,0 »
Macch. locomobili e trasportabili (tirata forzata)..... .	0,6 ÷ 1,0 »
Macch. marine, secondo la forza.....	0,3 ÷ 0,6 »
Locomotive.....	0,5 ÷ 0,7 »

Per cavallo indicato, moltiplicare per 0,70 ÷ 0,85 (vedi N. **262**).

261. Peso delle caldaie. — Il peso approssimativo d'una caldaia, non compresa la guarnizione, si ha aggiungendo 20 ÷ 25 % al peso della lamiera (per guarnizione si intende il complesso degli accessorî del focolare, cioè griglia, porta, piastrone e registro; gli apparecchi accessorî della caldaia, come valvole, indicatori di livello, manometro, ecc., vanno considerati a parte). — Le seguenti tabelle, che qui si adducono soltanto in via d'esempio, anche per le proporzioni, possono servire a darne un'idea (n_e press. effettiva):

LXXXIV. — Caldaie Cornovaglia

Superf. riscaldata appross.	Media forza in cavalli	Numero dei focolari	Lunghezza	Diametro		Peso approssimativo per n_e = atm.			Peso della guarnizione
				caldaia	focolare	4	5	6	
mq.	cav.		m.	m.	m.	kg.	kg.	kg.	kg.
10	8	1	2,9	1,25	0,60	2100	2400	2650	550
15	12	1	4,3	1,25	0,60	2600	2950	3250	800
20	16	1	4,9	1,40	0,70	3550	4050	4500	1000
25	20	1	5,3	1,50	0,75	4500	5100	5600	1100
30	24	1	6,4	1,50	0,75	5400	6050	6700	1200
35	28	1	7,5	1,55	0,80	6250	7000	7750	1300
40	32	1	8,1	1,60	0,80	7250	8100	8900	1400
45	36	1	8,7	1,70	0,85	8250	9250	10000	1500
50	40	1	9,3	1,75	0,85	9100	10250	11250	1575
55	44	1	9,9	1,80	0,90	10000	11250	12500	1650
35	28	2	5,5	1,80	0,65	7250	8250	9000	1300
40	32	2	6,3	1,80	0,65	8100	9250	10200	1400
45	36	2	7,1	1,80	0,65	9000	10250	11250	1500
50	40	2	7,3	1,90	0,70	10100	11400	12400	1575
55	44	2	7,5	2,00	0,75	11250	12500	——	1650
60	48	2	8,1	2,00	0,75	11900	13250	——	1725
65	52	2	8,7	2,00	0,75	12500	14000	——	1800
70	56	2	8,7	2,10	0,80	13500	15000	——	1900
75	60	2	9,2	2,10	0,80	14000	15750	——	2000
80	64	2	9,8	2,10	0,80	14800	17000	——	2100
90	72	2	10,5	2,20	0,80	16500	19000	——	2200

LXXXV. — Caldaie Cornovaglia

A BASSA PRESSIONE PER FILANDE ($n_e = 2$ atmosfere)

Superf. riscaldata	Numero focolari	Spessore lamiere	Lunghezza	Diametro	Peso con guarniz.	Superf. riscaldata	Numero focolari	Spessore lamiere	Lunghezza	Diametro	Peso con guarniz.
mq.		mm.	m.	m.	kg.	mq.		mm.	m.	m.	kg.
20	1	8	4,00	1,45	3520	**35**	2	9	5,00	1,75	5900
25	1	8	5,00	1,45	4300	**40**	1	8	8,00	1,45	6500
30	1	8	6,00	1,45	5050	**40**	2	9	5,00	1,75	7200
35	1	8	7,00	1,45	5600	**50**	2	9	7,25	1,75	8250

C. Macchina a vapore

262. Calcolazione delle macchine a vapore fisse a un cilindro. — (Tutte le dimensioni in *metri*). — Sieno:

O area netta dello stantuffo (dedotto lo stelo) in mq.;
D diametro, S corsa dello stantuffo, in m.;
n numero dei giri della macchina al $1'$;

$V = \dfrac{2nS}{60}$ = velocità media dello stantuffo in m. al $1''$;

S_1 corsa compiuta sino al principio dell'espansione;
m spazio nocivo (in frazione di OS); il suo valore è in media:

0,05 per macchine con distribuz. a cassetto a lunghi condotti;
0,025 per macchine con cassetto diviso, oppure con quattro organi di distribuzione (valvole, robinetti, piastre, ecc.);

$E = \dfrac{S_1}{S}$ = grado *nominale* d'ammiss. $\left(\text{grado } \textit{effettivo} = \dfrac{E + m}{1 + m}\right)$;

$E_1 = \dfrac{S_2}{S}$ = rapporto di compressione (rapporto fra la corsa S_2 compiuta, nella corsa di ritorno, sino al momento in cui comincia la compressione, e la corsa totale);

n_e pressione *effettiva* in caldaia, in atmosfere;
$p = 10330\ (n_e + 1)$ = pressione *assoluta* in caldaia in kg. per mq.;
p_1 = da 0,90 p a 0,91 p; in media $0{,}92\,p$ = pressione *assoluta* iniziale nel cilindro in kg. per mq. (vedi anche N. ***166***);

$p_2 = p_1 \dfrac{E + m}{1 + m}$ = pressione *assoluta* finale, in kg. per mq.;

p_0 contropress. = { 2000 kg. per mq. per macch. a condensaz.; 11500 kg. per mq. per macch. senza condensaz.;

p_m pressione *effettiva media* nel cilindro in kg. per mq.;
N_i forza *indicata* (nel cilindro) in cavalli;
$N_e = \eta\, N_i$ = forza *effettiva* (sull'albero) in cavalli.

1) *Calcolazione di una macchina da costruire,* dato N_e o N_i.

Si fissi innanzi tutto V, da $1^m,50$ per piccole, sino a 3^m per grandi macchine ordinarie; al più $3^m \div 4^m,50$ per macchine rapide speciali.

Si scelga E in modo, che dalla formola $p_2 = p_1 \dfrac{E + m}{1 + m}$ risulti:

p_2 non $< \begin{cases} 5000 \text{ kg. per mq. per macchine a condensazione} \\ 12500 \text{ kg. per mq. per macchine senza condensazione.} \end{cases}$

D'ordinario però si fissa il valore normale di E come segue:

$n_e =$	4 atm.	6 atm.	8 atm.
Macchine a condensazione .... $E =$	$^1/_5 \div {}^1/_7$	$^1/_7 \div {}^1/_9$	$^1/_9 \div {}^1/_{11}$
Macchine senza condensazione $E =$	$^2/_5 \div {}^1/_3$	$^1/_4 \div {}^1/_5$	$^1/_5 \div {}^1/_6$
Macchine a cassetto semplice. $E =$	$^2/_3 \div {}^4/_5$	$^2/_3 \div {}^3/_4$	$^3/_5 \div {}^2/_3$

La massima compressione ammissibile si avrebbe quando:

$$E_1 = 1 - m \left(\frac{p_1}{p_0} - 1 \right) \text{ all'incirca.}$$

Per macch. senza condens. si arriva anche a questo limite; ma per macch. a condensaz. si sorpassa di rado per E_1 il limite $0,70 \div 0,75$.

Fissati così V, E, E_1, si trova p_m colla:

$$p_m = k_1 p_1 - k_0 p_0; \quad \text{in cui:}$$

$$k_1 = E + (E + m) \text{ log. ip. } \frac{1 + m}{E + m};$$

$$k_0 = E_1 + (1 + m - E_1) \text{ log. ip. } \frac{1 + m - E_1}{m}$$

Si hanno quindi O, D (tenuto conto della sez. dello stelo) colle:

$$O = \frac{75\, N_i}{p_m\, V} = \frac{1}{\eta} \frac{75\, N_e}{p_m\, V}; \quad D = \sqrt{\left\{ \frac{4}{\pi} 1,02\, O \right\}} = 1,14 \sqrt{O}$$

Per calcolare p_m vedi tab. dei log. ip. pag. 25, o anche la tab. seg.

$m = 0,05$				$m = 0,025$			
E	k_1	E	k_1	E	k_1	E	k_1
1/10	0,3919	1/3	0,7196	1/10	0,3630	1/3	0,7095
1/9	0,4131	2/5	0,7813	1/9	0,3857	2/5	0,7742
1/8	0,4386	1/2	0,8556	1/8	0,4130	1/2	0,8523
1/7	0,4697	3/5	0,9117	1/7	0,4468	3/5	0,9092
1/6	0,5086	2/3	0,9404	1/6	0,4880	2/3	0,9390
1/5	0,5588	3/4	0,9675	1/5	0,5411	3/4	0,9666
1/4	0,6258	4/5	0,9796	1/4	0,6118	4/5	0,9790
3/10	0,6845	9/10	0,9951	3/10	0,6733	9/10	0,9948

E_1	k_0	E_1	k_0	E_1	k_0	E_1	k_0
0,5	1,82	0,8	1,20	0,5	2,09	0,8	1,30
0,6	1,59	0,9	1,06	0,6	1,80	0,9	1,10
0,7	1,38	1,0	1,00	0,7	1,53	1,0	1,00

Il coefficiente η ha, pei valori ordinari di E, i seg. valori appross.:

Per N_e = cav.	10	20	30	50	80	120	160	200	250 e più
Macch. a condensaz.	—	0,66	0,70	0,75	0,79	0,82	0,84	0,85	0,86
Id. senza condensaz.	0,70	0,74	0,77	0,81	0,83	0,84	0,85	0,86	—

Salvo i casi in cui n è prescritto a priori, si fisserà S in modo che n risulti nè < 30, nè > 120 (per macch. con distribuz. a scatto, n non potrebbe esser $> 85 \div 90$). D'ordinario si fa S fra 1 e 2 volte D; ma in ogni modo, secondo che si fissa a priori n o S, si cava poi S o n dalle formole:

$$S = 30\,\frac{V}{n}; \quad n = 30\,\frac{V}{S}.$$

Esempio. — Si debba costruire una macch. a condensaz. di 100 cav. effettivi, con 6 atm. di press. effett. in caldaia. — Si ha:

$$p = 7.10330 = 72310; \quad p_1 = 0{,}92.72310 = 66525; \quad p_0 = 2000.$$

Supposto che non ci sieno condizioni speciali, si fissi:

$$V = 2^{m},50; \quad E = {}^{1}/_{7}; \quad E_1 = 0{,}80.$$

Si tratti d'una macchina a piccolo spazio nocivo, per cui $m = 0{,}025$ circa. Allora dalla tabella a pag. 264 si cava:

$$k_1 = 0{,}4468; \quad k_0 = 1{,}30 \quad \text{d'onde}$$
$$p_m = 0{,}4468.66525 - 1{,}30.2000 = 27123 \text{ kg. per mq.}$$
$$O = \frac{1}{0{,}80}\,\frac{75.100}{27123.2{,}50} = 0^{mq},1383$$

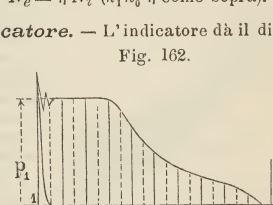
d'onde $D = 0^{m},425$ ($0^{m},42$ non tenendo conto dello stelo). Se n non è prescritto, si farà provvisoriam. $S = 2\,D = 0^{m},85$; d'onde $n = 88$ circa; fissando poi definitivam. $n = 90$, quindi $S = 0^{m},833$.

2) *Valutazione della forza d'una macchina esistente.* — Si ha:

$$N_i = 0{,}000144\,nOS\,(k_1 p_1 - k_0 p_0); \quad N_e = \eta\,N_i \;(k_1 k_0\,\eta \text{ come sopra}).$$

263. Esperimenti coll'indicatore. — L'indicatore dà il diagramma delle pressioni nel cilindro (fig. 162) la cui area fornisce la forza indicata. Perciò si cava un diagramma a cadauna estremità di cilindro e si calcolano ambo i diagr. prendendo la media dei due risultati.

Fig. 162.



Essendosi tracciata, prima di prendere il diagramma, la linea 1.1 dell'atmosfera (superiore alla linea di scarica per macchine a condensazione, inferiore per macchine senza); la linea 0.0 corrisponde alla pressione *zero* e si può tracciar dopo, colla scala dell'indicatore), si conducono al diagramma le tangenti estreme, perpendicolari alla 1.1; si divide la loro distanza in un numero qua-

lunque di parti eguali (d'ordinario 10); si misurano le altezze del diagramma (punteggiate nella fig. 162) fra una divisione e l'altra; se ne trova la media aritmetica, la quale colla scala dell'indicatore dà la pressione media (in atm., o in kg. per cmq) d'onde si ottiene la pressione media p_m in kg. per mq. Si ha quindi la forza indicata:

$$N_i = \frac{2\,n\,SO\,p_m}{60.75} = 0{,}000444\,n\,S\,O\,p_m$$

La legge d'espansione, quale si rileva dai diagrammi, è approssimatamente espressa da:

$$p_x\,(S_x + m\,S)^\delta = p_1\,(S_1 + m\,S)^\delta = \text{costante};$$

essendo p_x la pressione assoluta nel cilindro, quando lo stantuffo ha percorso lo spazio S_x. L'esponente δ varia, secondo i casi, fra 0,8 e 1; nel N. **262** si è ammesso $\delta = 1$.

Tracciamento delle curve d'espansione e di compressione, ammesso $\delta = 1$ (iperbole equilatera). Si aggiunga (fig. 163) alla corsa S lo spazio nocivo mS. Conducendo dal punto O dei raggi OD, OU, ecc., si hanno altrettanti punti E, N, ecc. della curva di espans., nell'incontro delle verticali DE, UN, ecc. colle orizzontali RE, VN, ecc. — Per la curva di compressione, dato il punto e in cui essa comincia, si conduce l'orizzont. er e il raggio Ord, con che si ottiene sulla orizzontale db il punto b in cui finisce; un punto intermedio qualunque n si trova, tirando un raggio ovu, nell'intersez. della vertic. e della orizzont. passanti per u, v.

Fig. 163.

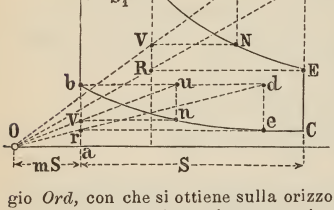


Diagramma delle pressioni effettivamente trasmesse alla biella. In causa dell'inerzia dei pezzi a moto alternativo, queste pressioni sono minori nella prima metà della corsa, e maggiori nella seconda, di quelle date dal diagr. *abeuvza* d'indicat. Per ottenerle, si cominci a rovesciare la linea *uvz* della contropressione (fig. 161) riportandola in $u_1 v_1 z_1$. Poi si prenda, nella stessa scala adottata per rappresentare le pressioni del diagr. in kg. per cmq.:

$$ur = u_1 r_1 = 0{,}000555\,QS\,n^2 \text{ kg. per cmq.}$$

in cui Q = peso degli organi a moto alternativo (stantuffo, stelo, testa a croce e $^2/_3$ biella) per ogni cmq. di stantuffo = in media $0^k{,}30$ per macchine a condensazione, $0^k{,}25$ per macchine senza condensazione; S, n corsa in m. e numero giri al $1'$. Si tiri la retta rwr_1. Si portino al disotto

Fig. 164.

della linea di contropressione nella sua tratta wv_1cz_1 le ordinate della retta ur (prendendo quindi $cn = st$, $z_1m = ur$). Si ottiene così il diagramma tratteggiato $abemnwr_1a$, le cui ordinate rappresentano le pressioni nette trasmesse alla biella.

Si può scegliere a tentativi ur in modo che questo diagramma offra la minima differenza di press. da un capo all'altro; e allora si avrà l'n corrispondente dalla stessa formola preced., ponendovi per ur il valore trovato. Si può anche studiare sul diagramma il grado di compress. più adatto ad evitare eccessive differenze di pressione.

Esame dei diagrammi. Esso permette di scoprire i difetti della distribuzione e altri difetti della macchina. La fig. 165 ne dà alcuni esempi.

1. Ammissione troppo ritardata.
2. Ammissione (e anche scarica) troppo anticipata.
3. Strozzamento del vapore, dovuto a una luce d'ammissione troppo ristretta in confronto alla velocità dello stantuffo.
4. Scarica ritardata, oppure contrastata per difetto di una sufficiente sezione.
5. Fughe nello stantuffo. Anche una linea di espansione irragionevolmente alta indica fughe, ma nell'organo d'ammissione; mentre quando si abbassa irragionevolm. indica fughe nello stantuffo o nell'organo di scarica dietro allo stantuffo.
6. Irregolarità nel diagr. dovuta non alla macchina, ma alla molla dell'indicatore, sopratutto colle grandi velocità.

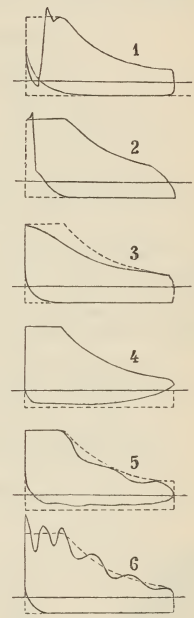


Fig. 165.

Per completare l'esame dei diagrammi, giova anche confrontarli colle indicazioni di un manometro posto davanti all'organo di ammissione, e del vacuometro, onde vedere se la perdita di press. nell'ammiss. e la contropressione non sieno eccessive, per strozzamento o insufficiente sez. delle luci.

I difetti di simmetria nelle fasi della distribuzione si scoprono cavando due diagrammi contemporanei ai due estremi del cilindro.

264. Forza nominale. — Essa corrisponde, nelle macchine inglesi fisse o locomobili, a una superficie di stantuffo di $8 \div 10$ pollici quadrati ($52 \div 64$ cmq.) per cavallo. Una macchina di N_n cavalli nominali può sviluppare almeno, in via normale, una forza effettiva di:

per N_n = cav.	5	10	15	20	25	30	40	50
N_e = cav.	6	12÷14	22÷27	30÷40	40÷50	50÷80	70÷100	80÷120

265. *Macchine a doppia e tripla espansione.*

1) *Macchine Woolf* (manovelle a 0°, o 180°; il vapore di scarica del cilindro ad alta pressione passa direttamente ad espandersi nel cilindro a bassa pressione, indi al condensatore. La press. motrice nel cilindro a bassa è = alla contropress. nel cilindro ad alta press. La somma dei due diagr. è = al diagr. di una macch. a un sol cilindro di area O, colla press. iniziale p_1 e il grado d'ammiss. totale E). Sieno:

$o\ O$ area in mq., S corsa in m. dei due stantuffi;
$p\ p_1\ p_0$ come al N. **262**;
e grado d'ammiss. nel piccolo cilindro, E grado d'ammiss. totale;
$N_e\ N_i$ forza effettiva e indicata in cav., con n giri al 1′. Si ha:

$$N_i = 0{,}000444\ n\ SO\ (k_1\ p_1 - p_0); \quad N_e = \eta\ N_i$$

$$^o/_O = {}^E/_e \quad (\text{d'ordinario} = {}^1/_3 \div {}^1/_4)$$

$\eta =$	0,70	0,75	0,80	0,85	0,87
per $N_i =$	25	50	100	200	500 e più cav.

$k_1 = E + E$ log. ip. $^1/_E$ trascurando gli spazi nocivi; d'onde:

$E =$	1/12	1/11	1/10	1/9	1/8	1/7	1/6	1/5	1/4	3/10	1/3	2/5
$k_1 =$	0,290	0,309	0,330	0,355	0,385	0,421	0,465	0,522	0,597	0,661	0,700	0,767

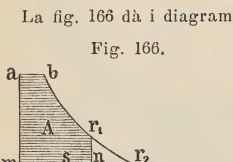
Con maggiore approssimaz. si può servirsi della tab. al N. **262**.

2) *Macchine composite o Compound* a doppia espans. (per press. di almeno $6 \div 7$ atm.; manov. comunque, più spesso a 90°; il vapore di scarica del cilindro ad alta press. passa nella capacità intermedia del ricevitore o *receiver*, d'onde è attinto per agire nel modo ordinario nel cilindro a bassa pressione). Sieno:

$O_a\ O_b$ area in mq., S corsa dei due stantuffi in m.;
$e_a\ e_b$ gradi d'ammissione nei cilindri $O_a\ O_b$;
$E = \dfrac{O_a\ e_a}{O_b}$ = grado d'ammissione totale;
$p\ p_1\ p_0$ come al N. **262**;
N_i forza indicata a n giri.

La fig. 166 dà i diagrammi teorici nei due cilindri (supposta infinita la capacità del ricevitore): *em* pressione nel ricevitore; A ($a\ b\ r_1\ n\ m$) diagramma dell'alta, B ($m\ s\ r\ e$) diagramma della bassa pressione colla stessa base di A; B_1 ($m\ r_2\ c\ d\ e$) il medesimo diagramma colla base ingrandita nel rapporto $^{O_b}/_{O_a}$ onde rendere comparabili i due diagrammi. Il contorno $a\ b\ c\ d\ e$ rappresenta il diagramma teorico di una macchina a un sol cilindro, con uno stantuffo O_b, una pressione iniziale p_1 e un grado d'ammissione E. Nei diagrammi effettivi (fig. 167) si vede l'influenza della capacità limitata del ricevitore, per cui la press. nel medesimo varia periodicamente.

Fig. 166.



Per utilizzare tutto il lavoro disponibile del diagramma *a b c d e*, la pressione nel ricevitore dovrebbe essere = alla pressione finale dell'espansione in O_a (cioè r_1 coincidente con r_2), con che si ha:

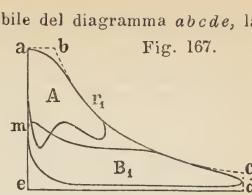


Fig. 167.

$$O_a/O_b = E/e_a = e_b; \quad e_a e_b = E;$$

$$N_i = 0{,}000444\, n\, S\, O_b\, (k_1 p_1 - p_0);$$

k_1 come sopra.

Per rendere approssimatamente eguali i lavori nei due cilindri, si dovrebbe fare:

$$O_a/O_b = 1{,}65\sqrt{E};$$ d'onde la seguente tabella:

	per E =	1/4	1/5	1/6	1/7	1/8	1/9	1/10	1/12
O_a/O_b	e_b =	0,83	0,74	0,68	0,62	0,59	0,55	0,53	0,48
	e_a =	0,30	0,27	0,25	0,23	0,21	0,20	0,19	0,18

Spesso si fa: $O_a/O_b = \sqrt{E}$; d'onde la seguente tabella:

	per E =	1/4	1/5	1/6	1/7	1/8	1/9	1/10	1/12
O_a/O_b	$e_a = e_b$ =	0,50	0,45	0,41	0,38	0,35	0,33	0,32	0,29

In marina, per pressioni di $6 \div 8$ atm. si fa $O_a = 0{,}30\ O_b \div 0{,}22\ O_b$, con $E = 0{,}1 \div 0{,}08$.

La capacità del ricevitore è arbitraria, fra un massimo $= O_b\, S$ e un minimo $= O_a\, S$ e anche meno.

D'ordinario si applica una distribuzione a espansione variabile all'alta pressione, e ad espansione fissa alla bassa.

3) *Macchine composite a tripla espansione* (convenienti per pressioni superiori a 8 atm.; un cilindro ad alta, uno a media, uno a bassa pressione; manovelle d'ordinario a 120°). Sieno:

$O_a\ O_m\ O_b$ area in mq., S corsa dei tre stantuffi in m.;

$e_a\ e_m\ e_b$ gradi d'ammissione nei cilindri $O_a\ O_m\ O_b$;

$E = \dfrac{O_a\, e_a}{O_b}$ = grado d'ammissione totale;

$p\ p_1\ p_0$ come al N. **262**.

La fig. 168 dà il diagr. teorico *abcde* di una macch. a un sol cilindro, con uno stantuffo di area = all'area dello stantuffo a bassa pressione O_b e con un grado d'ammissione E. Le ordinate em, em_1 rappresentano le pressioni nei ricevitori, supposti infiniti. A, B_1 sono i diagrammi dell'alta e della media pressione colle basi ridotte, il primo nel rapporto O_a/O_b, il secondo nel rapporto O_m/O_b rispetto alla base *ed* del diagr. B_2 della bassa press.

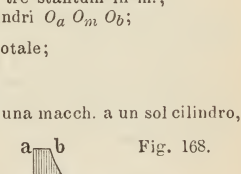


Fig. 168.

Per utilizzare tutto il lavoro disponibile, dovrebbe essere:

$$e_a\, e_m\, e_b = E; \quad {}^{O_m}/_{O_b} = e_b; \quad {}^{O_a}/_{O_m} = e_m.$$

Forza indicata N_i come sopra.

Per rendere appross. = i lavori nei 3 cilindri, dovrebbe essere:

$$e_b = 1{,}94\ \sqrt[3]{E}; \quad e_a = e_m = \sqrt{\left\{{}^{E}/_{e_b}\right\}}$$

In marina, per pressioni di $8 \div 12$ atm. si fa: $O_m = 2{,}3\ O_a \div 2{,}8\ O_a$; $O_b = 5\ O_a \div 7\ O_a$, $E = 0{,}08 \div 0{,}07$.

4) *Costruzione d'una macchina composita.* Si fissi V (veloc. degli stantuffi in m.) come al N. **262**, indi si scelga per E il minor valore consentito dalle norme esposte al N. **262**. Si cava allora l'area O_b dello stantuffo a bassa pressione dalla:

$$O_b = \frac{75\ N_i}{(k_1 p_1 - p_0)\ V}$$; d'onde gli altri valori (O_a ecc., e_a ecc.) come sopra.

Esempio. — Si debba calcolare pel sistema composito a doppia espansione la macchina dell'esempio a pag. 265.

Fissato $V = 2^{m},50$, $E = {}^{1}/_{9}$, si ha $k_1 = 0{,}3857 = 0{,}39$ circa; quindi:

$$O_b = \frac{75.100}{0{,}80\ (0{,}39 \times 66525 - 2000)\ 2{,}50} = 0^{mq},157$$

d'onde, in base alla prima delle tabelle del caso 2):

$$O_a = 0{,}55\ O_b = 0^{mq},086; \quad e_b = 0{,}55; \quad e_a = 0{,}20.$$

266. Consumo di vapore e carbone. — Il consumo di vapore, o d'acqua d'alimentaz., per cavallo e per ora è dato, per macchine a un cilindro, da:

$$P = \alpha\ \gamma_1\ \frac{120\ n\ OS\ (E + m)}{\text{forza in cavalli}}\ \text{kg.}$$

γ_1 = peso di 1^{mc} di vapore alla pressione iniziale p_1 (N. **247**);

α = coefficiente di correzione il cui valore approssimato può variare da 1,50 a 2 per macchine senza inviluppo di vapore; da 1,30 a 1,80 per macchine con inviluppo; da 1 a 1,20 per macchine a vapore surriscaldato, secondo che E varia da ${}^{1}/_{2}$ a ${}^{1}/_{10}$.

Per macch. composite vale la stessa formola, applicandola al solo cilindro ad alta press.; ma il valore di α è minore, persino di $10 \div 15$ %.

Il consumo di carbone si ottiene dividendo il consumo di vapore per la produzione di vapore per kg. di carbone (N. **260**); quindi dipende anche dalla caldaia. — Per macchine e caldaie buonissime, si possono ritenere come limiti le cifre seguenti:

Natura della macchina	Consumo per cav. indicato-ora	
	vapore o acqua d'alimentaz.	carbone (con buone caldaie)
Piccole macchine fisse o trasportabili	$20 \div 25$ kg.	$3 \div 4$ kg.
Macchine senza condens. $\doteq$ grandi	$12 \div 18$ »	$1{,}5 \div 2$ »
Macchine a condensazione $\doteq$ grandi	$7{,}5 \div 10$ »	$0{,}8 \div 1{,}1$ »
Macchine composite $\doteq$ grandi	$6{,}5 \div 9$ »	$0{,}7 \div 1$ »

Prove sulle caldaie e macchine a vap. — Negli esperimenti di collaudo sulla produzione di vap. delle caldaie e sul consumo di vap. e carbone delle macchine a vap., si può determinare, secondo le condizioni prescritte, sia la quantità integrale di carbone e vapore, sia la quantità totale di carbone consumato depurata delle ceneri, e quella del vapore (o acqua d'alimentaz.) depurata dell'acqua condensata nel tubo di condotta e nell'inviluppo del ricevitore, che per ciò si raccoglierà a parte. La quantità di vap. condensato negli inviluppi dei cilindri non va mai dedotta.

Per le prove di resistenza e di ermeticità delle caldaie, vedi *Regolamento per le caldaie a vapore* nella « Legislazione tecnica. »

267. *Consumo d'olio.* — Circa $7 \div 10\ \%$ del costo del carbone.

268. *Alimentazione.* — Pompa alimentare da calcolarsi in base al più alto grado d'ammissione della macchina e per almeno il triplo del volume d'acqua corrispondente al vapore consumato.

Essendo D, V diametro e velocità in m. dello stantuffo motore, d_1, v_1 diametro e velocità in m. dello stantuffo della pompa, si può prendere in media:

$$d_1 = \alpha_1 D \sqrt{\frac{V}{v_1}}; \quad \alpha_1 = \begin{cases} 0{,}15 \text{ per pompe a semplice effetto;} \\ 0{,}10 \text{ per pompe a doppio effetto.} \end{cases}$$

269. *Condensazione* (conveniente solo per forze $> 20 \div 25$ cav.).

Condensazione a miscela. — Acqua fredda necessaria per ogni kg. di vapore speso, almeno $25 \div 30$ litri, cioè almeno $250 \div 350$ litri per cavallo indicato-ora per macchine grandi e perfette, e $400 \div 500$ litri per macchine ordinarie. Temperatura di condensazione $30^\circ \div 35^\circ$; pressione 0,1 atmosfere circa. — Se l'acqua si trovasse a più di $3 \div 4$ m. sotto il condensatore, bisogna elevarla con una pompa, non potendosi più contare sull'aspirazione naturale. — Si può fare un condensatore comune per più macchine.

Pompa d'aria. — Da calcolarsi in base al più alto grado di ammissione e per un volume almeno quadruplo dell'acqua fredda. — Ritenuto $^1/_2$ il massimo grado di ammissione per macchine a condensazione ordinarie di piccola e media forza, e $^1/_3 \div {}^1/_4$ per macch. perfette di media e grande forza, si prenderà:

$$d_2 = \alpha_2 D \sqrt{\frac{V}{v_2}}; \quad \alpha_2 = \begin{cases} 0{,}50 \text{ per pompe a semplice effetto;} \\ 0{,}35 \text{ per pompe a doppio effetto;} \end{cases}$$

essendo d_2, v_2 il diametro e la velocità in metri della pompa d'aria; D, V come sopra.

Capacità della camera di condensazione = almeno 1,5 volte la capacità della pompa d'aria, o $^1/_3$ della capacità del cilindro motore. — Sezione del tubo di iniezione per N cavalli $= (20 + 0{,}5\ N)$ cmq

Condensazione a superficie. — Vedi N. **289**.

270. *Tubi di presa e di scarica del vapore.* — Si darà a questi tubi una sezione = 1,2 volte l'area delle rispettive luci d'ammissione e di scarica, calcolate come al N. **272**.

271. Peso delle macchine a vapore. — Per macch. di tipo ordinario, se ne può avere un'idea dalle seguenti tabelle, qui addotte soltanto in via di esempio. Vedi anche N. ***290***.

LXXXVI. — Motrici orizzont. a un cilindro ($n_e = 6^{atm}$)

(Incastellatura a baionetta; distribuzione con cassetto diviso, e piastre Meyer, Rider o a scatto).

Cilindro		Num. giri al 1'	Macch. senza condens.			Macch. a condens.			Volano	
			Forza indicata		Peso totale	Forza indicata		Peso totale	diam.	peso
diam.	corsa		$E = 1/5$	$E = 1/4$		$E = 1/8$	$E = 1/4$			
mm.	mm.		cav.	cav.	quint.	cav.	cav.	quint.	m.	quint.
225	450	100	18	21	29	19	28	32	1,90	10
250	500	97	24	28	36	25	38	40	2,10	12
275	550	92	30	36	45	32	48	50	2,25	15
300	600	87	37	44	56	40	60	62	2,40	19
325	650	83	45	54	68	48	72	76	2,60	22
350	700	80	54	65	81	57	85	90	2,80	26
375	750	76	64	77	96	67	105	107	3,00	30
400	800	75	75	90	112	80	120	125	3,20	33
425	850	74	90	108	130	96	145	145	3,40	37
450	900	73	105	126	150	112	170	168	3,60	40
475	950	71	120	144	170	128	190	190	3,80	45
500	1000	69	135	160	195	144	215	220	4,00	50
525	1050	66	150	180	225	160	240	250	4,20	57
550	1100	64	165	195	260	175	265	290	4,40	64
600	1200	62	210	260	310	225	335	350	4,80	74
650	1300	59	255	300	380	270	400	430	5,20	88
700	1400	56	300	360	450	320	480	510	5,60	105
750	1500	55	360	430	530	380	570	600	6,00	122
800	1600	52	420	500	620	450	670	700	6,40	140

Le macchine gemelle pesano il doppio, meno 20 % circa.

LXXXVII. — Motrici orizzont. a due cilindri ($n_e = 6^{atm}$)

(Un cilindro dietro l'altro; incastellatura a baionetta)

Diam. cilindri		Corsa	Num. giri al 1'	Forza indicata		Peso totale	Volano	
piccolo	grande			$E = 1/12$	$E = 1/6$		diam.	peso
mm.	mm.	mm.		cav.	cav.	quint.	m.	quint.
225	340	550	92	30	53	61	2,25	15
265	400	650	83	45	79	90	2,60	22
305	460	750	76	64	112	130	3,00	30
350	520	850	74	90	157	175	3,40	37
390	580	950	71	120	210	235	3,80	45
430	645	1050	66	150	260	310	4,20	57
490	735	1200	62	210	370	430	4,80	74
575	860	1400	56	300	520	630	5,60	105
655	980	1600	52	420	730	860	6,40	140

LXXXVIII. — Motrici locomobili e trasportabili

Cilindro		Num. giri al 1′	Locomobili				Trasportabili (caldaia verticale)	
			a 1 cilindro		a 2 cilindri			
diam.	corsa		forza nomin.	peso con cald.	forza nomin.	peso con cald.	forza nomin.	peso con cald.
mm.	mm.		cav.	quint.	cav.	quint.	cav.	quint.
160	**250**	150	3	22	—	—	3	12,5
175	**300**	125	4	26	8	45	4	20
190	**300**	125	5	33	10	53	5	22
210	**300**	125	6	35	12	59	6	27
225	**300**	125	7	37	14	62	—	—
250	**350**	115	8	41	16	73	8	36
265	**350**	115	10	53	20	105	10	44
300	**400**	110	12	58	24	112	12	50
350	**400**	110	—	—	30	134	—	—

272. Distribuzione a cassetto.

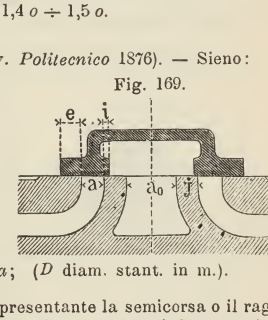
1) *Area delle luci d'ammissione e di scarica.* — Sieno o, o_1 queste aree (in mq.); O l'area in mq. dello stantuffo, V la sua velocità in m. al 1″. Si prenderà:

$$\frac{o}{O} = \frac{V}{30}\,; \quad o_1 = 1{,}4\,o \div 1{,}5\,o.$$

2) *Cassetto* (metodo dell'autore: v. *Politecnico* 1876). — Sieno:

a, b larghezza e lunghezza della luce d'ammissione (fig. 169);
a_0 larghezza della luce di scarica;
e, i sporto esterno ed interno;
j intervallo fra le luci;
ρ eccentricità dell'eccentrico.

Fig. 169.



Tutte queste dimensioni in mm.
Si fissano a, b in modo che sia:

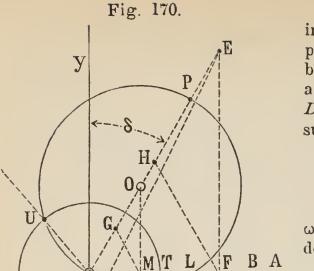
$$b = 6\,a \div 10\,a = \text{circa } (6 + 2\,D)\,a\,; \quad (D \text{ diam. stant. in m.}).$$

Si porti (fig. 170): $\omega A = 50^{mm}$ (rappresentante la semicorsa o il raggio della manovella). Si fissi B (punto della corsa in cui deve cominciare la scarica) colla:

$AB = (4\,V - 2)^{mm}$ al più, per distrib. a cassetto semplice;
$AB = (2\,V - 1)^{mm}$ al più, per distrib. a cassetto con organo d'espans.

Si fissi anche la *precessione lineare* u = circa $0{,}04\,Va$ (quantità di cui deve essere aperta la luce d'ammissione al punto morto); e si ammetta che il cassetto debba oltrepassare la luce di una quantità w (che d'ordinario si può prendere $= 0{,}15\,a \div 0{,}25\,a$).

Fig. 170.



Si cali $BC \perp \omega A$ ad incontrare in C il circolo di raggio ωA. Sopra $C\omega$ si porti una lunghezza arbitraria ωD; da D si conduca la $\perp$ alla ωC, e su questa si prenda $DE = 20\ \omega D$. Si cali $EF \perp \omega A$, e sulla ωE si porti:

$$\omega G = 0{,}5\,(a - u + w);$$
$$EH = \omega F.$$

Si conduca $GM \parallel FH$, indi $MO \perp \omega A$. Centro in O, raggio $O\omega$, si descriva il circolo ωLP. Si prenda:

$$LT = \text{precess. lineare} = u$$

e si descriva il circolo di raggio ωT, che incontra l'altro in U, S. Si ha allora:

$$\rho = \omega P;\ e = \omega T;\ i = {}^1/_{20}\,\rho.$$

Con questi valori si traccia la distribuzione, prendendo anche:

$$j = 10 + 0{,}5\ a;\quad a_0 \text{ non} < \rho + a + i - j,\ \text{nè} < 1{,}4\ a \div 1{,}5\ a.$$

L'eccentrico si caletterà sotto un angolo $= 90^0 + y\ \omega P = 90^0 + \delta$ colla manovella, precedendola nel senso del movimento.

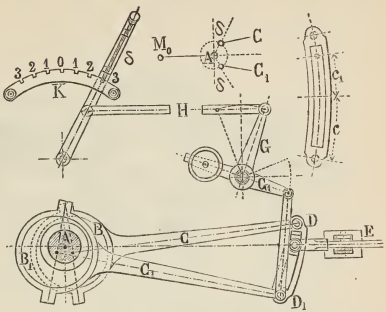
3) *Diagramma della distribuzione a cassetto* (fig. 171). Col circolo O di diam. ρ (al vero), inclinato di δ all'asse y, col suo circolo simmetrico O_1 e coi due circ. di raggi e, i, aventi il centro sull'origine degli assi, si determinano tutte le fasi della distribuzione. V posizione della manovella al principio della scarica dietro lo stantuffo; Z sua posizione al principio dell'ammissione davanti allo stantuffo; A_0 punto morto; U posizione manov. al principio espansione; T posizione manov. al principio compressione. Le stesse fasi si ripetono sul circolo O_1 per la corsa di ritorno. I raggi vettori dei circoli O O_1 rappresentano al vero gli spazi descritti dal cassetto, partendo dalla sua posizione media, per le posizioni corrispondenti della manovella. Così, descritto il circolo di raggio $e + a$, si hanno i punti m, m_1 in cui la luce d'ammissione a è tutta aperta, e sul raggio OP la quantità di cui il cassetto oltrepassa la luce (w); la parte tratteggiata in scuro rappresenta quindi tutta la fase d'apertura della luce d'ammissione, e l'insieme delle due parti tratteggiate tutta la fase d'apertura della luce opposta di scarica.

Fig. 171.

273. Distribuzione a cassetto con inversione di moto.

1) *Glifo Stephenson,* fig. 172. — DD_1 glifo (*coulisse*), il cui raggio di curvatura = lunghezza delle aste di eccentrico CC_1. *E* stelo del cassetto, guidato in linea retta. *GHK* meccanismo di sollevamento del glifo per il moto avanti e indietro, e per l'arresto (corsoio nel mezzo del glifo). Si determini come sopra l'eccentricità ρ e l'angolo di precessione δ di un eccentrico adatto per la distrib. normale; quindi si fissi l'eccentricità dei due eccentrici, che comandano il glifo, approssimatam. colla:

Fig. 172.



$$\rho_1 = \rho \frac{c}{c_1}$$ (c semilunghezza del glifo, c_1 semicorsa del corsoio)

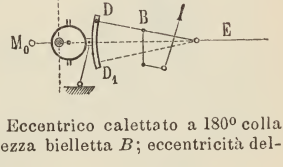
calettandoli a $90^\circ + \delta$ avanti e dietro la manovella (M_0 manovello, fig. 172). Si disegni il glifo col centro sulla mezzaria, dopo aver messa la manovella a un punto morto e il corsoio nel mezzo del glifo.

D'ordinario si prende $c = 2\rho_1 \div 2{,}5\rho_1$.

2) *Glifo Gooch,* fig. 173. — Raggio del glifo = lunghezza della biella *B*; il resto come sopra.

Fig. 173.

Fig. 174.



3) *Eccentrico a glifo,* fig. 174. — Eccentrico calettato a 180° colla manovella; raggio del glifo = lunghezza bielletta *B*; eccentricità dell'eccentrico $= e + u$ (vedi N. **272**).

274. Distribuz. a cassetto con organo d'espansione.

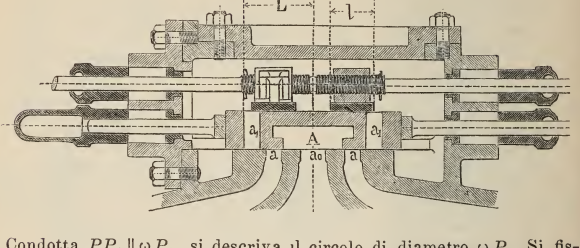
1) *Sistema Meyer,* fig. 175 (cassetto con condotti passanti; organo d'espansione formato da due piastre con stelo a vite di passi contrari, comandato da apposito eccentrico).

Si traccia il cassetto come al N. **272**, aggiungendo lateralmente i due condotti passanti, di larghezza $a_1 = a + w = 1{,}15\ a \div 1{,}25\ a$.

Per le piastre d'espansione si procederà come segue: descritti come precedentemente (fig. 170) i circoli ωP, ωTU, e quindi individuate le rette ωP, ωU, si conduca per ω (fig. 177) una retta ωP_0 inclinata di

$60^0 \div 80^0$ sopra ωy (90^0 se la distribuzione deve essere a inversione di moto) e la si tagli in P_0 colla $PP_0 \parallel \omega U$. Si ha così in ωP_0 l'eccentricità dell'eccentrico di espansione, che si caletterà sotto un angolo $= (90^0 + y\omega P_0)$ avanti la manovella.

Fig. 175.



Condotta $PP_1 \parallel \omega P_0$, si descriva il circolo di diametro ωP_1. Si fissino quindi sulla MN, rappresentante la corsa dello stantuffo, le frazioni di corsa MB_1, MB_2 corrispondenti alla *minima* e alla *massima* ammissione che si vuole ottenere col meccanismo, e si conducano i raggi corrispondenti ωA_1, ωA_2, che tagliano il circolo ωP_1 nei punti a_1, a_2. Se (come converrà in generale) si stabilisce che la scala dei gradi d'ammissione disponibili varii fra zero e l'espansione naturale del cassetto, si avranno i punti a_0 P_1 invece di a_1 a_2. Misurate le lungh. ωa_2, ωa_1 (oppure ωP_1, ωa_0) se ne faccia la somma se a_1 è al disotto di ω (come nella fig. 177), o la differenza se è al disopra. Si chiami d questa somma o differenza. Sia inoltre y_2 (fig. 176) la *minima* distanza fra le piastre, corrispondente alla *massima* ammissione, e y_1 la *massima* distanza, corrispondente alla *minima* ammissione. Fissato y_2 a priori, si farà:

Fig. 176.

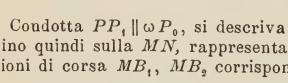
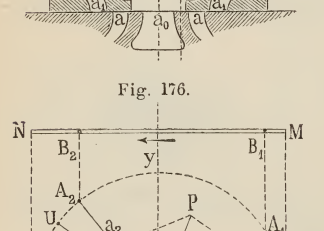


Fig. 176.

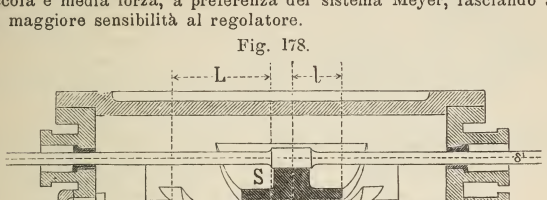


$$y_1 = y_2 + 2d; \quad L \text{ non} < \omega P_1 + 0{,}5\, y_1 + a; \quad l = L - 0{,}5\, y_2 - \omega a_2.$$

Col valore di L si stabilisce la posizione delle luci sul dorso del cassetto.

2) *Sistema Rider*, fig. 178, 179 (cassetto a luci obbliche; organo di espansione formato da una piastra *S* avvolta a tubo, o porzione di tubo a guisa di tegolo, che si gira a mano o per l'azione del regolatore, per variare l'espansione); molto usato, sopratutto per le macchine di piccola e media forza, a preferenza del sistema Meyer, lasciando assai maggiore sensibilità al regolatore.

Fig. 178.



Eccentricità e angolo di calettatura dell'eccentrico d'espansione come pel sistema Meyer. Fatto il tracciamento precedente, fig. 177, determinando ωa_1, ωa_2, d, e fissata l'obbliquità delle luci sullo sviluppo della faccia superiore del cassetto (fig. 180) con che resta determinata la semidistanza minima L_2 fra gli orli esterni delle medesime, si prenderà la minima semilarghezza della piastra sviluppata:

$$l_2 = L_2 - \omega a_2.$$

Si va quindi a cercare sulla piastra il punto in cui la semilarghezza è:

$$l_1 = l_2 + d.$$

Portando al di là di quel punto una lunghezza $= b =$ lunghezza luci d'ammissione, si ha lo sviluppo completo della piastra, a cui si darà un piccolo aumento di lunghezza ad ambo gli estremi, perchè copra bene le luci nei casi della minima e della massima ammissione.

Con questo sistema il regolatore può agire direttamente sullo stelo della piastra a tubo o a tegolo, girandola nei limiti dell'angolo corrispondente al suo sviluppo.

La fig. 175, 179 mostrano due diverse disposizioni per poter collocare in posto nella scatola il cassetto e l'organo d'espansione.

Fig. 179.

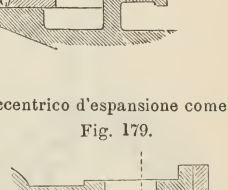
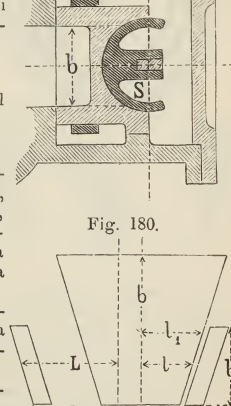
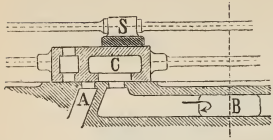


Fig. 180.



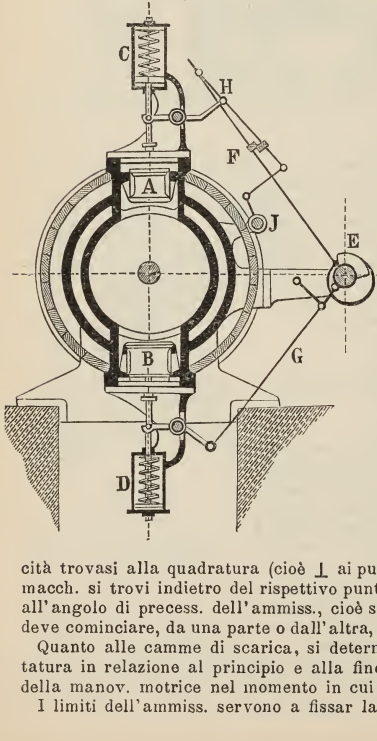
3) *Sistemi a cassetto diviso con piastre Meyer, Rider, o a scatto* (fig. 181). — Conviene dividere il cassetto in due mezzi cassetti *C* (scaricanti ambedue in *B*) agli estremi del cilindro, onde diminuire lo spazio nocivo. Le piastre *S* possono essere quelle Meyer o Rider divise in due, con eccentrico comune; oppure esser munite di un meccanismo di chiusura a scatto comandato dal regolatore.

Fig. 181.



275. *Distribuzione a scatto.* — Vi appartengono tutti i sistemi Corliss e derivati, a robinetti, valvole o piastre. La fig. 182 ne dà un esempio (tipo Sulzer a valvole: *A, B* valvole di ammissione e scarica; *C, D* loro molle di chiusura; *E* contralbero di distribuzione; *FH* meccanismo di scatto comandato dal regolatore per mezzo dell'alberino *J*).

Fig. 182.



Tracciamento della distribuzione. — Si fissino le aree delle luci di ammissione e di scarica, la precessione dell'ammissione e il principio della scarica come al N. **272**. Si fissino inoltre il rapporto di compressione e i limiti del grado d'ammiss. (questi limiti dipendono dalle condizioni in cui la macchina deve funzionare, ma in mancanza d'altre condiz. è bene fissarli fra 0 e 0,90). Si determina allora la calettatura degli eccentrici d'ammissione in modo che quando la loro eccentricità trovasi alla quadratura (cioè $\perp$ ai punti morti) la manovella della macch. si trovi indietro del rispettivo punto morto di un angolo eguale all'angolo di precess. dell'ammiss., cioè si trovi nella posiz. alla quale deve cominciare, da una parte o dall'altra, l'apert. della luce d'ammiss.

Quanto alle camme di scarica, si determina la loro forma e calettatura in relazione al principio e alla fine della scarica e alla posiz. della manov. motrice nel momento in cui queste fasi hanno luogo.

I limiti dell'ammiss. servono a fissar la corsa del regolatore.

276. Organi della macch. a vapore (dimens. in mm). Sia:

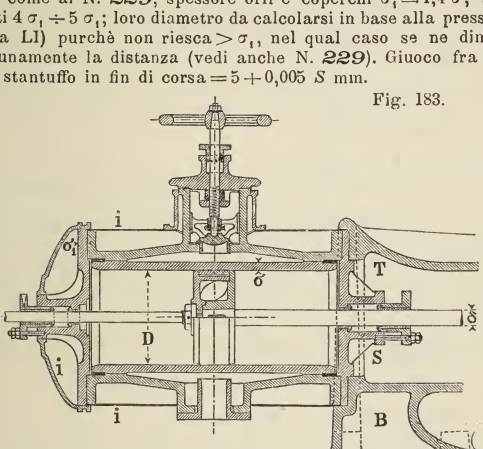
D, S diametro e corsa dello stantuffo in mm.;

n_m = pressione effettiva massima sullo stantuffo in atmosfere (per macchine senza condensaz. n_m = circa n_e = press. effettiva in caldaia; per macchine a condensaz. $n_m = n_e + 0{,}8$ circa);

$P = 0{,}008\, D^2\, n_m$ = pressione corrispondente sullo stantuffo in kg.

1. *Cilindro*, fig. 183. — La figura rappresenta un cilindro secondo la costruzione più usata, con inviluppo di vapore, trave T a baionetta, piedestallo B, inviluppi *ii* al cilindro e al coperchio, ecc. Spessore pareti σ, come al N. ***229***, spessore orli e coperchi $\sigma_1 = 1{,}4\,\sigma$; bulloni distanti $4\,\sigma_1 \div 5\,\sigma_1$; loro diametro da calcolarsi in base alla pressione P (tabella LI) purchè non riesca $> \sigma_1$, nel qual caso se ne diminuirà opportunamente la distanza (vedi anche N. ***229***). Giuoco fra coperchio e stantuffo in fin di corsa $= 5 + 0{,}005\ S$ mm.

Fig. 183.



2. *Stantuffo e suo stelo.* — Da calcolarsi come ai N.i ***223*** e ***231***. Il diametro δ dello stelo (ferro o acciaio) si può anche desumere approssim., secondo che S varia fra 1,8 D e 2,5 D, dalla:

per $n_m =$	2	3	4	5 ÷ 6	7 ÷ 8
$\delta/D =$	0,10 ÷ 0,11	0,12 ÷ 0,13	0,14 ÷ 0,15	0,16 ÷ 0,17	0,18 ÷ 0,19

3. *Perni.* — Diametro d_1 del bottone di manovella: è dato dal N. ***205*** o approssim. dalla:

per $n_m =$	2	3	4	5	6	8
$d_1/D =$	0,14	0,17	0,20	0,225	0,25	0,28

Per l'acciaio, 0,85 dei valori precedenti. Lunghezza $l_1 = d_1 \div 1{,}25\ d_1$.

Perni della manovella a gomito: vedi N. ***222***.

Perni della testa a croce: diametro $d_2 = 0{,}7\ d_1$ circa; $l_2 = d_2 \div 1{,}15\, d_2$ per due perni laterali, $= 2\ d_2 \div 2{,}25\ d_2$ per perno a forchetta.

4. *Testa a croce e guide.* — Vedi N. ***223***.

5. *Biella.* — Da calcolarsi come al N. **224**; oppure, secondo che S varia fra 1,8 D e 2,5 D, se ne dedurrà il diametro massimo δ_1 dalla:

per $n_m =$	2	3	4	5 ÷ 6	7 ÷ 8
$\delta_1/D =$	0,18 ÷ 0,20	0,20 ÷ 0,22	0,21 ÷ 0,24	0,23 ÷ 0,26	0,25 ÷ 0,28

Per biella a sezione rettangolare di altezza a e grossezza b, si prenderà: $b = 0{,}74\ \delta_1$; $0{,}70\ \delta_1$; $0{,}67\ \delta_1$, secondo che $a = 2\,b$; $2{,}5\,b$; $3\,b$.

6. *Manovella.* — Vedi N. **222**.

7. *Steli dei cassetti e organi d'espansione, eccentrici e loro aste.* — Diam. steli di cassetti, piastre, ecc. $\delta' = 0{,}33\ \delta + 10$ (δ = diam. stelo stantuffo). Diametro aste d'eccentrico e rispettivi perni: $\delta'_2 = 1{,}15\ \delta'$; se rettangolari, sezione $= 1{,}5\ \delta' \times 0{,}7\ \delta'$. Proporzioni degli eccentrici, vedi N. **225**.

8. *Albero motore.* — Il diametro d (nel perno della manovella) si calcola come al N. **207**; e approssimatamente colla tabella del N. **241**, o anche colla:

per $n_m =$	2	3	4	5 ÷ 6	7 ÷ 8
$d/D =$	0,29 ÷ 0,32	0,33 ÷ 0,37	0,37 ÷ 0,40	0,41 ÷ 0,45	0,45 ÷ 0,50

prendendo le cifre minori per le grandi macchine, le maggiori per le piccole.

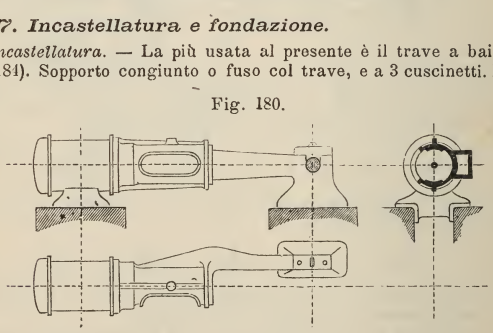
Lunghezza l del perno $= 0{,}9\ d \div 1{,}25\ d$ almeno, ma sempre tale che la pressione per mmq. della superficie ld non risulti $> 0^k{,}2 \div 0^k{,}4$, secondo che si tratta di macchine a rotazione rapida o lenta. — Diametro dell'albero all'impostatura del volano $= 1{,}25\ d \div 1{,}3\ d$.

Per macchine gemelle o accoppiate, cadauna di N cav., si darà all'albero comune un diametro $= 1{,}26\ d$ (d diametro calcolato per cadauna macchina) in causa del $<$ peso relativo del volano.

277. *Incastellatura e fondazione.*

Incastellatura. — La più usata al presente è il trave a baionetta (fig. 184). Sopporto congiunto o fuso col trave, e a 3 cuscinetti. La se-

Fig. 180.



zione trasversale del trave, e in generale la sezione trasversale di qualunque incastellatura, a trave o a telaio, dovrà avere un'area non

$< 0{,}03\,P \div 0{,}01\,P$ cmq. secondo che si tratta di macchine a rotazione lenta o rapida (P pressione massima sullo stantuffo in kg., N. **276**).

Fondazione. — Bulloni di fondazione: diam. $= (12 \div 0{,}15\,d)^{mm}$, lunghezza $= (1000 \div 150\sqrt{N})$; essendo d il diametro dell'albero in mm., N la forza in cavalli.

L'altezza della fondazione supera la lungh. dei bulloni di quel tanto che corrisponde alle esigenze costruttive e alla natura del terreno.

278. Regolatore.

1) *Pendolo conico ordinario* (fig. 185). — Diametro dell'albero $= 25 \div 0{,}04\,D$ (D = diam. stantuffo in mm.); diam. delle palle $= 0{,}3\,D \div 0{,}4\,D$; $a = 0{,}6\,D \div D$; inclinazione normale dei bracci sull'asse $= 30°$; numero giri al 1′:

$$n = \frac{32}{\sqrt{a}}$$

Fig. 185.

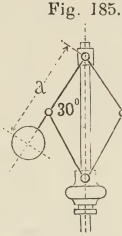
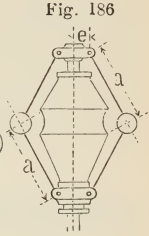


Fig. 186



2) *Regolatore Porter* (fig. 186). Diametro dell'albero come sopra; le altre dimensioni secondo la seguente tabella:

Forza della macchina	Num. giri al 1′	Peso palle	Contrappeso	a	e	Grado di sensibilità
cav.		kg.	kg.	mm.	mm.	
5	300	0,3	5,4	150	22	$^1/_{20}$
10	300	0,4	8	220	22	$^1/_{25}$
20	280	0,8	16	235	30	$^1/_{30}$
30	280	1,17	28	260	35	$^1/_{35}$
40 ÷ 60	260	1,67	40	300	40	$^1/_{40}$
80 e più	240	2	50	390	40	$^1/_{45}$

279. Volano.

G = peso dell'anello in kg.; N_e = forza effettiva in cavalli con un grado d'ammissione E; n = numero giri al 1′; V_1 = velocità in m. al 1″ alla periferia media dell'anello = d'ordinario $6 \div 12$ m., al massimo $25 \div 30$ m.; $\alpha = 25 \div 40$ per macch. di regolarità ordinaria, $\alpha = 40 \div 60$ per macchine molto regolari. Si prenderà:

$$G = \varphi \frac{\alpha\, N_e}{n\, V_1^{\,2}}$$

in cui per motrici orizzontali a un cilindro, con pressione di $5 \div 6$ atm. e biella $= 2{,}5\,S \div 3\,S$, il valore di φ è in media:

	Macch. a condensaz.				Macchine senza condensaz.					
per $E =$	**1/4**	**1/5**	**1/7**	**1/10**	**3/4**	**1/2**	**2/5**	**1/3**	**1/4**	**1/5**
$\varphi =$	7500	8000	8500	10000	6500	7500	8500	9000	10500	12000

Per altri tipi di motrici, si prenderà approssimatamente:

Macch. a semplice effetto ..... : $\varphi = 4{,}4$
Macch. Woolf (manovelle a 90°, o 180°): $\varphi = 0{,}75$
Macch. gemelle (manovelle a 90°)....: $\varphi = 0{,}28$
Macch. Compound (manovelle a 90°).: $\varphi = 0{,}22$
Macch. a 3 cilindri (manovelle a 120°): $\varphi = 0{,}09$

} dei valori della tabella

Volani speciali per macchine operatrici ad azione intermittente. — Seghe alternative, cesoie, punzonatrici, ecc.: approssim. $\varphi = 44000\ \psi$, essendo ψ il rapporto fra la durata del movimento a vuoto e quella della fase di lavoro ad ogni giro; $\alpha = 15 \div 25$. — Laminatoi da ferriere: $\varphi = 100000 \div 120000$; $\alpha = 20 \div 30$.

Diametro D_1 alla periferia media dell'anello: si prenderà, salvo casi speciali: $D_1 = 3\,S \div 5\,S$ (S corsa stantuffo). Area della sezione dell'anello in mq. (essendo D_1 espresso in m.):

$$q = \frac{G}{22600\ D_1}\ \text{mq.}$$

Sezione dell'anello, ovale o rettangolare di grossezza $= 0{,}5 \div 0{,}8$ dell'altezza radiale, salvo il caso di volani destinati a servire da puleggia per cigne o corde, o da ruota dentata, pei quali si terranno le proporzioni corrispondenti al caso (vedi N.i **212**, **213**, **216**).

La forza che tende a rompere l'anello è:

$$P = \frac{G\,V_1^2}{31\ D_1}\ \text{kg.}$$

in base alla quale si calcoleranno le lastre e i bulloni di giunzione, se l'anello è in più pezzi.

Razze dei volani. — Se ne fisserà il numero m colla:

per D_1 =	sino a 2^m	$2^m \div 4^m$	$4^m \div 7^m$	$7^m \div 10^m$
m =	4	6	8	10

Lo sforzo di trazione che sollecita cadauna razza è:

$$P_1 = \frac{G\,V_1^2}{4{,}9\ D_1\ m}\ \text{kg.}$$

Larghezza delle razze al mozzo (D_2 diam. esterno del volano in m.):

$$h = 0{,}046\ D_2 \sqrt[3]{\frac{n\ q}{c\ m}}\ \text{metri}$$

c = rapporto fra grossezza e larghezza $= 0{,}5 \div 0{,}7$ per sezione ovale; $= 0{,}2 \div 0{,}3$ per sez. rettang. con nervature di $0{,}6\,h \div 0{,}8\,h$ di altezza.

Larghezza e grossezza all'estremità $= 0{,}8 \div 0{,}9$ di quelle al mozzo.

Nei volani a grandissima veloc. per laminatoi, trasmiss. a corde, ecc., si darà alle razze una sezione $= {}^1/_3\ q \div {}^1/_2\ q$ per veloc. di $25 \div 30$ m.

Mozzo dei volani: grossezza $= 0{,}6 \div 0{,}7$ del diametro dell'albero al posto del mozzo; lunghezza = 4 volte la grossezza.

7. NAVIGAZIONE A VAPORE

A. Dati di architettura navale

(In molta parte forniti dal sig. Martorelli maggiore nel Genio navale o desunti dal Manuale di Architettura navale di White)

280. Dislocamento, peso proprio e carico. — Sia:

L la lungh. della nave al galleggiamento in completo carico, in m.;
B la larghezza massima, D l'immersione media, in m.;
C il coefficiente di *finezza*. — Si ha:

Dislocamento in mc. $= C \times LBD$
Dislocamento in tonnellate $W = 1{,}025\ CLBD$ in mare
= peso totale della nave $W = CLBD$ in acqua dolce.

Il peso totale W è = al peso proprio della nave W_1 + il peso del carico W_2 (dislocamento utile o esponente di carico).

I valori ordinari di questi elementi si hanno dalla seg. tabella:

	Tipo della nave	Coeffic. di finezza	Valori di W_1/W	Valori di W_2/W
Scafo di ferro	Corazzate moderne senza alber.	0,65 ÷ 0,70	0,30 ÷ 0,35	0,70 ÷ 0,65
	Corazzate moderne con alberat.	0,60 ÷ 0,62	0,40 ÷ 0,45	0,60 ÷ 0,55
	Trasporti per truppe	0,45 ÷ 0,55	0,48 ÷ 0,52	0,52 ÷ 0,48
	Incrociatori celeri	0,46 ÷ 0,52	0,50	0,50
	Postali celeri	0,43 ÷ 0,46	0,40 ÷ 0,45	0,60 ÷ 0,55
	Vapori mercantili da carico	0,65 ÷ 0,70	0,30 ÷ 0,40	0,70 ÷ 0,60
Scafo di legno	Navi da guerra	0,50 ÷ 0,55	0,50	0,50
	Navi mercantili	0,50 ÷ 0,60	0,35 ÷ 0,45	0,65 ÷ 0,55
	Yachts, clippers, scooners	0,25 ÷ 0,40	—	—

Le navi a scafo d'acciaio (ferro omogeneo) hanno un peso proprio di 13 ÷ 15 % minore di quelle a scafo di ferro.

Peso richiesto per fare immergere od emergere di 1cm un bastimento, quando si trova alla sua immersione in completo carico:

Navi di gran velocità, lunghe e fine di forme 0,007 LB tonn.
Navi di forme ordinarie .. .. 0,0075 LB »
Navi di forme piene ($L < 5\,B$)..... ..... 0,0084 LB »

281. Rapporti fra le tre dimensioni.

Valori del rapporto:	L/B	D/B
Corazzate moderne	4,5 ÷ 5,75	0,40 ÷ 0,47
Corvette, sloops	5 ÷ 6	
Incrociatori rapidi	6,5 ÷ 6,75	
Postali rapidi (transatlantici) ..	9 ÷ 11	0,50 ÷ 0,57
Vapori mercantili da carico	7 ÷ 9	
Navi a vela, clippers, yachts...	4,5 ÷ 6,75	0,45 ÷ 0,55

282. Stabilità statica.

Calcolo del metacentro (punto d'intersezione della linea d'azione della spinta, quando la nave è inclinata di un piccolo angolo, e della linea d'azione medesima quando la nave è in riposo).

L'altezza del *metacentro trasversale* sul *centro di carena* (centro di gravità del volume d'acqua spostato) è data da:

$$\frac{\text{Momento d'inerzia dell'area di galleggiamento}}{\text{Volume del dislocamento}} = \frac{KLB^3}{CLBD} = a\,\frac{B^2}{D}$$

Valori approssimati dal coefficiente a:

Navi di forme finissime..... $a = 0{,}10 \div 0{,}15$
Navi di forme ordinarie ..... $a = 0{,}09 \div 0{,}10$
Navi di forme piene..... $a = 0{,}08 \div 0{,}09$

La distanza approssimativa del centro di carena dalla superficie di galleggiamento varia fra 0,4 (navi di forme ordinarie) e 0,45 (navi di forme piene) dell'immersione media D.

L'altezza del *metacentro longitudinale* sul centro di carena è data da:

$$\frac{\text{Momento d'inerzia dell'area di galleggiamento}}{\text{Volume del dislocamento}} = \frac{KBL^3}{CLBD} = b\,\frac{L^2}{D}$$

Valori approssimati del coefficiente b:

Navi da guerra non corazzate e navi mercantili di dimensioni ordinarie..... $b = 0{,}07 \div 0{,}08$
Navi corazzate; navi mercantili speciali.. $b = 0{,}075 \div 0{,}09$

283. Stazzatura.

1) *Stazza di dislocamento* (stazza ufficiale per le navi da guerra): è il peso in tonn. della nave, quando galleggia all'immersione massima, o linea di carico (N. **280**).

2) *Stazzatura sistema Moorsom,* per navi mercantili, attualmente in uso anche in Italia (Decreti 11 marzo 1873 e 30 luglio 1882):

a) *Stazza lorda.* È la misura della capacità della nave. La somma degli spazi interni sotto coperta e degli spazi chiusi sopra coperta, espressa in piedi cubi inglesi e divisa per 100, dà la *stazza lorda* in tonn. da 100 piedi cubi ($2^{mc},83$).

Per un'approssimazione grossolana, si può ritenere:

$$\text{Stazza lorda sotto coperta} = a\,\frac{LBD_1}{100}$$

in cui: L = lungh. alla linea di galleggiam. in carico, B = largh. massima fuori ossatura (come al N. **280**); D_1 = altezza della sez. maestra, dalla faccia super. del ponte di coperta alla faccia super. della chiglia:

$$a = \begin{cases} 0{,}65 & \text{per vapori da passeggeri, rapidi} \\ 0{,}70 \div 0{,}72 & \text{per vapori da passeggeri e da carico} \\ 0{,}72 \div 0{,}75 & \text{per vapori da carico} \end{cases}$$

b) *Stazza netta o di registro:* è la capacità, in tonn. da 100 piedi cubi, degli spazi effettivamente disponibili per passeggeri e carico. Per avere la *stazza netta* bisogna quindi dedurre quanto segue:

Nelle navi a vela gli spazi occupati dall'equipaggio (purchè non sieno inferiori a 72 piedi cubi per testa). Questa deduzione risulta ordinariamente da 10 % della stazza lorda (per piccole navi) a 3,5 % (per grosse navi).

Pei vapori si deduce: 1° lo spazio per l'equipaggio come sopra; 2° lo spazio per caldaie, macchine e carboniere, colle regole seguenti:

Si misura lo spazio occupato dalle caldaie, macchine e loro annessi (escluse le carboniere). — Pei vapori a elice, se questo spazio risulta > 13 % e < 20 % della stazza lorda, la deduzione totale per caldaie, macchine e carboniere si fa nella misura di 32 % della stazza lorda. — Nei vapori a ruote, se risulta > 20 % e < 30 %, la deduzione totale è di 37 %. — Per tutti gli altri casi, si fa la deduz. nella stessa misura preced. se in ciò son d'accordo l'Amministraz. marittima e l'armatore; è però in facoltà dell'una e dell'altro di far invece dedurre lo spazio effettivam. occupato da caldaie, macch. e loro annessi, coll'aggiunta di $^3/_4$ di detto spazio per navi a elice, e di $^1/_2$ per navi a ruote.

La stazza netta varia in pratica fra 77 % della stazza lorda (per vapori ad elice in cui lo spazio per macchine e caldaie è < 13 %) e 57 % (per vapori rapidi, in cui il detto spazio supera 20 %).

c) Altre regole per la stazza netta.

Regola detta del Danubio. — Misurato lo spazio occupato dalle caldaie e macchine, si deduce $1\ ^3/_4$ volte questo spazio per navi a elice, e $1\ ^1/_2$ volte per navi a ruote, purchè la deduzione non sia > 50 % della stazza lorda (eccetto il caso dei rimorchiatori).

Regola germanica. — Si misura lo spazio come sopra e inoltre lo spazio occupato dalle carboniere; e si deducono ambedue integralmente, purchè la deduzione non sia > 50 % della stazza lorda (eccettuati i rimorchiatori).

Regola pel Canale di Suez. — Per l'equipaggio la deduzione non può esser > 5 % della stazza lorda. Per macchine, caldaie e carboniere si segue la regola germanica (per vapori a carboniere fisse) o la regola del Danubio. Con questo metodo la deduzione totale è in media di 30 % per vapori mercantili e di $30 \div 50$ % per vapori di guerra (egualmente soggetti a tassazione).

284. Resistenza alla propulsione. — Sia:

A l'area della sezione maestra immersa, in mq. (approssimatam. $= 0{,}8 \div 0{,}9$ del rettangolo BD, N. ***280***);

V_n la velocità in nodi all'ora (1 nodo $= 1852^m$; 1 nodo all'ora $=$ 0,514 m. al $1''$);

$v = 0{,}514\ V_n$ la velocità in m. al $1''$;

R la resistenza della nave, riferita alla sezione maestra, in kg.;

W il dislocamento in tonn. (N. ***280***);

N_e, N_i la forza in cav., effettiva e indicata, necessaria alla propulsione. — Si ha:

$$R = m_1 A v^2; \quad \text{d'onde } N_e = \frac{Rv}{75} = m_1 \frac{Av^3}{75}$$

$$N_i = \begin{cases} m_2 A V_n^3 & \text{riferendosi alla sezione maestra;} \\ m_3 W^{2/3} V_n^3 & \text{riferendosi al dislocamento.} \end{cases}$$

I valori medî attuali dei coeffic. m_1 m_2 m_3 si hanno dalla tab. seg.:

	Tipo della nave	A mq.	W tonn.	Valori di m_1	m_2	m_3
Guerra	Corazzate moderne	70 ÷ 120	6000 ÷ 9000	5,4	0,015	0,0055
Guerra	Incrociatori e trasporti	40 ÷ 85	3000 ÷ 6000	6	0,018	0,006
Guerra	Cannoniere	15 ÷ 25	400 ÷ 800	10	0,033	0,010
Comm.	Postali rapidi	50 ÷ 100	5000 ÷ 10000	4	0,011	0,0036
Comm.	Vapori da carico	30 ÷ 70	2000 ÷ 6000	5	0,016	0,004
Comm.	Vapori lacuali e fluviali.	5 ÷ 10	—	10	0,035	—

White dà la seguente tabella, alla quale si sono aggiunti alcuni dati risguardanti la Marina italiana:

Classi di navi	V_n nodi	L metri	$\frac{L}{B}$	W tonn.	$\frac{N_i}{W^{2/3}}$
R. Marina italiana					
Tipo Italia e Lepanto	18 *	122	5,5	14000	31
Tipo Duilio e Dandolo	15-16	103,5	5,3	11200	15-16
R. Marina inglese					
Corazzate tipo recente	14-15	85-100	4,5-5,75	6000-9000	15-19
Incrociatori veloci	15-16	82-103	6,5-6,75	3000-5500	20-24
Corvette	13	61-67	6	1800-2000	13-14
Sloops	11	49	5	850-950	10-11
Cannoniere	9,5-11	36-52	5,5-6,25	420-800	7-11
Cannoniere da costa	8-9	24-27	3-3,25	200-250	5-7
Navi mercantili					
Grandi postali rapidi	14-15	122-152	9-11	7500-10000	10-12
Medî postali rapidi	13-14	91-121	8-10	5000-7000	7-10
Grandi vapori da carico	11-13	76-116	7,5-10	3000-6000	5-9
Medî vapori da carico	9-11	61-91	7-9	1500-4000	3-6

* Questa velocità è *presunta;* tutte le altre sono *sul miglio misurato.*

285. Velocità. — La velocità di una nave a vapore si desume dalla forza indicata della macchina, con una delle seguenti formole, derivate da quelle del N. **284**:

$$V_n = \sqrt[3]{\left\{\frac{1}{m_2}\frac{N_i}{A}\right\}}; \quad V_n = \sqrt[3]{\left\{\frac{1}{m_3}\frac{N_i}{W^{2/3}}\right\}}$$

Il limite di V_n oltre il quale la resistenza comincia a crescere in misura straordinaria, è dato da:

$$V_{n_{max}} = 1{,}87\ \sqrt{L_1 + L_2}$$

in cui L_1 L_2 sono le lunghezze degli stellati di prora e di poppa in m. (qualunque sia la parte rettilinea intermedia).

In pratica la velocità non eccede, attualmente, 18 nodi nelle grosse navi da guerra, 19 nei postali transatlantici, 23 nelle torpediniere.

B. Macchine di navigazione

286. Forza delle macchine di navigazione.

Forza indicata N_i sviluppata dalle macchine. — Viene determinata coll'indicatore, o preventivata approssimatamente in base ai dati delle macchine colle norme dei N.i **262**, **265**.

Forza effettiva N_e utilizzata per la propulsione. — Si desume dalla:

$$N_e = \eta N_i - \alpha N_i = \varepsilon N_i$$

ηN_i = forza effettiva sull'albero (η coeff. di rendim. della macch.); αN_i = forza assorbita dalle resistenze proprie del propulsore.

Pei valori di η, α, ε possono servir di norma le cifre seguenti (per macchine funzionanti *a tutta forza*):

Valori di η: massimo 0,85;	medio 0,75;	minimo	0,70
Valori di α: minimo 0,10;	medio 0,15;	massimo	0,20
Valori di ε: massimo **0,75**;	medio **0,60**;	minimo	**0,50**

Se le macchine non funzionano a tutta forza, ε diminuisce col diminuire della forza sviluppata.

Forza nominale N_n. — Unità incerta, essendo le antiche formole andate in disuso. Presentemente la forza nominale si calcola = $^1/_6$ della forza indicata nella marina inglese, $^1/_4$ nella marina francese.

287. Caldaie.

Superficie riscaldata. — Si calcola attualmente come tale tutta la parte dei forni che trovasi al disopra del piano delle griglie, la parte delle camere di combustione (casse a fuoco) che è sopra al livello degli altari, e tutta la superficie dei tubi.

Calcolazione delle caldaie. — Si fa in base alla forza indicata e al consumo di carbone per cav. indicato e per ora (vedi N. **288**). Determinato così il peso totale di carbone da bruciare all'ora, si calcola la superf. complessiva delle griglie, indi la superf. riscaldata e le sue parti, in base ai dati che seguono.

Caldaie tubulari cilindriche, per press. effett. di $4 \div 8$ atm. $= 60 \div 120$ libbre per pollice quadrato:

Diam. del corpo cilindrico sino a $4^m,80$; lungh. sino a $3^m,50$, e sino a 6^m per caldaie accoppiate a doppia fronte; diam. dei focolari $0,90 \div 1,20$ m., lungh. sino a $2^m,50$.

Tubi di ferro o ottone: diam. esterno $65 \div 80$ mm., lungh. $24 \div 35$ volte il diametro.

Rapporto fra la superf. riscaldata totale e la superf. complessiva delle griglie $= 24 \div 28$; nei grandi vapori transatlantici $= 24$ sino a 35 (combustione forzata).

Superf. dei tubi $= 0,84 \div 0,88$ della superf. riscaldata totale. Loro sezione complessiva $= 0,20 \div 0,15$ della superf. delle griglie.

Sez. del camino $= 0,7 \div 0,8$ della sez. complessiva dei tubi.

Carbone da assegnare per mq. di griglia e per ora:

a combustione naturale: 75 ÷ 100 kg.;

a combustione forzata: 150 ÷ 200 kg. con una press. dell'aria insufflata di 10 ÷ 20 mm. d'acqua, come d'ordinario; e sino a 250 ÷ 350 kg. per press. d'aria di 50 ÷ 75 mm.

Caldaie tipo locomotiva, per press. di 8 ÷ 12 atm. (120 ÷ 180 libbre):

Diam. sino a $2^m,30$, lungh. sino a $5^m,50$; tubi di 45 ÷ 50 mm. di diam. esterno, lunghezza 45 ÷ 50 volte il diametro.

Rapporto fra la superficie riscaldata totale e la superficie della forza griglia = 32 ÷ 40.

Superf. dei tubi = 0,88 ÷ 0,92 della superf. riscald. totale; sez. complessiva come sopra.

Carbone per mq. di griglia e per ora, come sopra.

288. Macchine.

Calcolazione: vedi N. **262**, **265**.

Consumo di carbone per cav. indicato e per ora:

Macch. a doppia espans. (4 ÷ 8 atm.)	kg.	0,90 — 1,20
Macch. a tripla espans. (8 ÷ 12 atm.)	»	0,65 — 1,00
Piccole macch. a 10 ÷ 12 atm.	»	1,50 — 1,80

289. Condensatori.

Condensatori a miscela: vedi. N. **269**.

Condensatori a superficie: tubi di ottone di 12 ÷ 26 mm. di diam. esterno, lungh. non > 120 diametri. Loro superf. compless. = 0,10 ÷ 0,15 mq. per cav. indicato.

Acqua = 2,5 ÷ 3 volte il volume richiesto per la condensaz. a miscela.

Pompa d'aria, da calcolarsi come per la condensaz. a miscela (pel caso in cui il condensatore a superf. debba funzionare a miscela. — Pompa di circolaz., da calcolarsi pel volume dell'acqua di circolaz.

Pompa d'alimentazione, da calcolarsi come al N. **268**. Nei cavallini d'alimentaz. si fa d'ordinario il diam. dello stantuffo motore = al doppio di quello della pompa, a veloc. eguale.

290. Peso caldaie e macchine per cav. indicato.

Macch. a doppia o tripla espans., caldaie cilindr. (acqua compresa):

Marina mercantile		kg.	150 ÷ 200
Marina militare ...	combust. naturale. ..	»	120 ÷ 160
	combust. forzata ...	»	90 ÷ 100

Macch. a doppia o tripla espans., cald. tipo locomotiva (acqua compresa), combustione forzata: kg. 30 ÷ 40.

C. Propulsori

291. Elice.

A sezione maestra immersa in mq. (sezione resistente);

V_n velocità della nave in nodi all'ora;

d, p, l diametro, passo e lunghezza dell'elice.

Il diametro d si fissa colla condizione che il punto più alto dell'elice si trovi sott'acqua a una profondità $= {}^1/_6\, d$ circa; quindi:

$d =$ circa $^6/_7$ del tirante d'acqua a poppa.

Si trovano quindi p, l, per elici a 2 ali, colla tabella seguente:

per si fa:									
$A/d^2 =$	5,5	5	4,5	4	3,5	3	2,5	2	1,5
$p/d =$	1,01	1,07	1,14	1,20	1,28	1,36	1,45	1,56	1,68
$l/p =$	0,23	0,21	0,20	0,19	0,18	0,17	0,16	0,15	0,14

Per elici a 4 ali $p/d = {}^4/_3$, per elici a 6 ali $p/d = {}^5/_3$ dei valori della tabella. In ambo i casi $l/p = 0{,}5 \div 0{,}6$ dei valori della tabella.

Si cava infine il numero n di giri dell'elice al 1', colla:

$$n = \frac{30{,}84}{(1-\rho)\,p}\, V_n; \quad (\rho = \text{coeffic. di regresso} = 0{,}10 \div 0{,}30).$$

D'ordinario n risulta da $50 \div 60$ per le grandi navi (6000 ÷ 3000 cavalli indicati) sino a $150 \div 200$ per le piccole (300 ÷ 100 cav.).

Pressione sul perno di spinta = resistenza nave = R (N. **284**).

292. *Ruote a pale.*

A, V_n sezione resistente e velocità della nave come sopra;
d_m diametro medio (a metà pala), d_e diametro esterno della ruota.

Fissata la posizione dell'albero, si determinerà d_e in modo che l'angolo della pala coll'acqua, nel momento d'immergersi, sia di $37^0 \div 45^0$ per ruote a pale fisse. Per ruote a pale articolate l'angolo nel punto d'immers. dovrà essere di $70^0 \div 75^0$ per la pala e di $35^0 \div 45^0$ pel raggio.

Si stabilisce quindi l'immersione della ruota in modo che l'orlo superiore della pala, giunta sulla verticale, si trovi a una profondità di $0^m{,}50 \div 1^m$ per grandi navi, $0^m{,}50 \div 0^m{,}10$ per navi medie e piccole, $0^m{,}05 \div 0^m{,}15$ pei piroscafi lacuali e fluviali. Resta con ciò stabilita l'altezza delle pale, e quindi il diametro medio d_m.

Si fissa la superficie totale F delle pale immerse per ambedue le ruote insieme, tale che:

F non $< 0{,}33\, A$; e meglio $F =$ da $0{,}5\, A$ a $0{,}7\, A$.

Stabilita quindi la distanza fra le pale alla periferia media $= 0^m{,}80$ a $1^m{,}20$ per ruote a pale fisse, $1^m{,}40 \div 1^m{,}80$ per ruote a pale articolate, e tracciata la ruota, se ne deduce il numero m delle pale contemporaneamente immerse per cadauna ruota, d'onde la superficie di ogni pala: $f = \dfrac{F}{2\,m}$.

La larghezza delle ruote non deve però superare $^1/_3$ ($^1/_2$ pei fiumi) della larghezza della nave.

Numero giri al 1': $n = \dfrac{30{,}84}{\pi\, d_m}\, \dfrac{V_n}{1-\rho}$;

$\rho =$ coefficiente di regresso $= 0{,}15 \div 0{,}30$. D'ordinario $n = 16 \div 30$.

8. MOTRICI AD ARIA CALDA E A GAS

293. Motrici ad aria calda. — Pressione assoluta massima sul diagramma $2 \div 3{,}5$ atm.; pressione assoluta minima $0{,}75 \div 1$ atm.; press. utile media $0{,}5 \div 0{,}7$ atm. Consumo per cav. di forza effettiva e per ora: carbone $4 \div 4{,}5$ kg., acqua refrigerante $180 \div 250$ litri.

294. Motrici a gas. — Pressione assoluta massima sul diagramma $9 \div 12$ atm. al momento dello scoppio; pressione assoluta alla fine della compressione $3 \div 3{,}5$ atm.; pressione utile media $4{,}3 \div 5$ atm. Consumo per cavallo effettivo e per ora: gas $0^{mc},800 \div 1^{mc},400$ dalle grandi alle piccole forze; acqua $35 \div 50$ litri.

9. MACCHINE IDROFORE

295. Macchine idrofore a mano e a maneggio. (Il lavoro giornaliero si intende di 8 ore di lavoro utile).

Vaglio a mano (per prosciugamenti rapidi a un'altezza, o prevalenza, non $> 1^m$). Lavoro giornaliero di un uomo: $L = 48000$ kgm. (6^{mc} elevati a 1^m d'altezza, o 12^{mc} a $0^m{,}50$, ecc. per ogni ora di lavoro).

Doppio secchio a puleggia: $L = 72000$ kgm. (9^{mc} a 1^m all'ora).

Lo stesso con verricello a mano: $L = 130000$ kgm. (16^{mc} a 1^m all'ora).

Lo stesso con maneggio a cavalli: lavoro giornaliero di un cavallo: $L = 1000000$ kgm. (120^{mc} a 1^m all'ora).

Noria a secchi: secchi di $7 \div 15$ litri, velocità $0^m{,}70 \div 0^m{,}80$ al $1''$. Lavoro giornaliero di un cavallo, come sopra. — Noria a palle, idem.

Coclea (non conveniente che per prevalenze $< 4^m$): diametro esterno $0^m{,}35 \div 0^m{,}70$; lungh. $= 12 \div 18$ volte il diametro: angolo dell'elica coll'asse $= 50^o \div 60^o$; inclinazione dell'asse all'orizzonte $= 35^o \div 45^o$. Lavoro giornaliero di un uomo: $L = 100000$ kgm. (12^{mc} a 1^m all'ora).

Pompe ordinarie a mano: $L = 120000$ kgm. (15^{mc} a 1^m all'ora).

Il costo di 1^{mc} d'acqua innalzata a 1^m si ottiene dividendo la mercede giornal. di un manovale (o il costo giornal. di un cavallo e suo conducente) più il nolo o l'ammortam. giornal. della macchina, per 0,001 L.

296. Ruote a schiaffo (fig. 187).

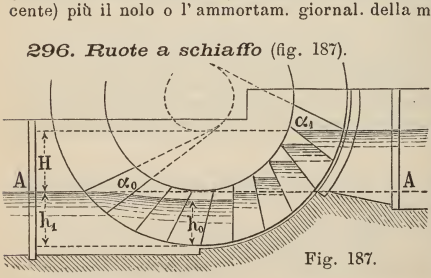


Fig. 187.

Applicabili per preval. fino $3^m{,}50$, ma non convenienti che fino a 2^m, o al più $2^m{,}50$, con livelli poco variabili. - Acqua sollevabile per metro di larghezza di ruota = da $0^{mc},6$ a 2^{mc} al $1''$; massima largh. $= 2^m{,}50$.

Sia: AA il più alto livello consentibile nel canale d'arrivo (*zero d'asciugamento*);
H = prevalenza in m. (fra i livelli a monte e a valle);
Q = volume da sollevare in mc. al $1''$;
R = raggio, b = larghezza della ruota in m.;
v = velocità alla periferia in m. al $1''$;
h_1 = altezza dello *zero d'asciugam.* sul punto più basso della ruota;
η = coefficiente di effetto utile.

L'altezza h_1 è data e non dovrebbe essere > del salto totale del fondo del canale collettore o d'arrivo, dalla sua origine (al limite della bonifica) sino alla ruota. Dato h_1, si prenderà $R = 2{,}72 \sqrt{\{H + h_1\}}$ (formola dell'ing. Foster di Adria); $v = 1^m{,}50 \div 1^m{,}80$; indi si deduce approssimatamente: $h_0 = h_1 - 0{,}7 \frac{v^2}{2g}$. Se ne cava:

$$b = \frac{2{,}2\ QR}{h_0\ v\ (2R - h_0)}$$ (ritenuta 10 % la perd. media d'acqua pel giuoco).

Antipetto (o soglia d'efflusso dell'acqua dalla ruota) da porsi all'altezza dello *zero d'asciugamento* AA; il quale determina anche il limite della lunghezza utile delle pale (vedi la fig. 187).

Distanza fra le pale, comunem. $= 0^m{,}80 \div 1^m$. Angolo d'immersione α_0 non $< 25°$ (onde evitare lo schiaffeggiamento); angolo di emersione α_1 non $< 35° \div 40°$ (onde la pala non elevi acqua). Se ciò non si ottenesse col raggio scelto, lo si aumenti. Così si ottiene l'inclinazione delle pale. Queste si fanno dritte o al più leggermente curvate all'estremità interna, per raccordarvisi col cerchione.

Giuoco di non più di 10^{mm} fra la ruota e la corsìa, la quale si raccorda col canale d'arrivo e col bacino ricevitore, mediante pareti divergenti dalla ruota.

η varia fra 0,60 a 0,75 secondo che H varia fra $2^m{,}50$ e 1^m.

Dettagli di costruz. come al N. ***241***. Quanto all'albero, esso dovrà calcolarsi per sola fless. dovuta al peso (N. ***206***) quando il moto venga trasmesso alla ruota mediante corona dentata: in caso contrario si calcolerà per tors. e fless. (N. ***207***), o anche colla tabella del N. ***241***.

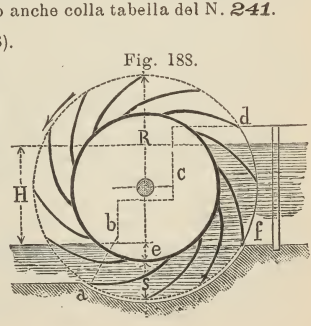
297. Ruote-pompe (fig. 188).

Applicabili per livelli molto variab. con prevalenze di $1^m{,}50 \div 4^m$ al più. — Acqua sollevata per m. di largh. di ruota $0^{mc}{,}75 \div 1^{mc}{,}50$.

Denominazioni come al Numero precedente. — Si fissa $v = 1^m{,}50$ a 2^m; indi si stabilisce il punto più basso del tamburo da cui sporgono le pale a una profondità e non $< 0{,}8 \frac{v^2}{2g}$ sotto il più basso livello di arrivo.

$R = 2^m{,}70 \div 4^m$ secondo che la prevalenza massima da superare

Fig. 188.



è di 2 a 4 m. — Sporgenza radiale delle pale $s = {}^1/_4\ R$ circa. — Distanza fra le pale 2^m circa. Giuoco come sopra, sia fra la periferia della ruota e la corsia, sia fra i fianchi del tamburo e i muri di spalla nella parte compresa fra il profilo *abcdf* (fig. 188).

Larghezza della ruota $b = \dfrac{2{,}25\ QR}{sv\,(2\,R - s)}$ (massimo b non $> 2^m{,}50$).

η varia fra 0,65 e 0,80 secondo che H varia fra 4^m e $1^m{,}50$.

Albero, razze, ecc., da calcolarsi come al N. **241**.

298. *Pompe a stantuffo.*

Applicabili a qualunque prevalenza; convenienti specialm. per acque limpide, grandi prevalenze e volumi d'acqua poco considerevoli.

1) *Calcolazione* (H prevalenza; Q volume d'acqua in mc. al $1''$).

Massima altezza d'aspirazione da ammettersi, per tubi aspiranti di sezione sufficiente, brevi e dritti: pompe ordinarie $5 \div 7$ m.; buone 7 a 8 m. Se il tubo aspirante è lungo e con gomiti, bisogna adottare altezze minori, a meno di non aumentare corrispondentemente la sezione. Con tubi di sezione sufficiente e pochi e non bruschi gomiti, si può aspirare ancora con sicurezza da $2 \div 3$ m. anche a distanze di 60 m. e più. — Il tubo aspirante deve essere sempre acclive verso la pompa.

Velocità dello stantuffo $v = 0^m{,}15 \div 0^m{,}30$ al $1''$; al massimo $0^m{,}60$ a $0^m{,}75$ per piccole pompe a moto diretto. Si fanno anche pompe con velocità di $1^m{,}50$ e più, ma non sono raccomandabili.

Volume Q_t teoricam. sollevabile al $1''$ con uno stantuffo di O^{mq} d'area netta: pompe a semplice effetto $Q_t = 0{,}5\ Ov$; a doppio effetto $Q_t = Ov$.

Volume effettivamente sollevato al $1''$: $Q = 0{,}85\ Q_t \div 0{,}95\ Q_t$.

Dato Q (quindi $Q_t = 1{,}18\ Q \div 1{,}06\ Q$) e fissato v, si cava O, quindi il diametro D dello stantuffo. Corsa $S = 1{,}5\ D \div 4\ D$.

Capacità della cassa d'aria sulla valvola premente: non $< 4\ OS$ per pompe a semplice effetto; non $< 1{,}6\ OS$ per pompe a doppio effetto o per 2 pompe a semplice effetto accoppiate; non $< 0{,}8\ OS$ per pompe a doppio effetto accoppiate. — Cassa d'aria d'aspirazione (quando c'è): capacità come sopra. — Casse d'aria principali, da mettersi all'origine della condotta maestra per un gruppo di pompe: capacità non < 30 volte la capacità complessiva delle pompe.

Diametro dei tubi calcolato perchè la velocità dell'acqua che li percorra non sia $> 0^m{,}60 \div 0^m{,}80$ per condotti lunghi, non $> 1^m{,}20 \div 1^m{,}50$ per condotti brevi. In generale si fa il diam. dei tubi $= 0{,}8\ D \div 0.5\ D$ secondo la lungh.; per pompe a gran veloc. di stant., anche $0{,}8\ D \div D$.

Area netta dell'orificio delle valvole = almeno alla sezione dei tubi.

Area del passaggio aperto dalle valvole, almeno eguale, meglio di circa metà > della sezione dei tubi, con che si determina la loro alzata (N. **228**). — Peso delle valvole da stabilirsi appross. come segue:

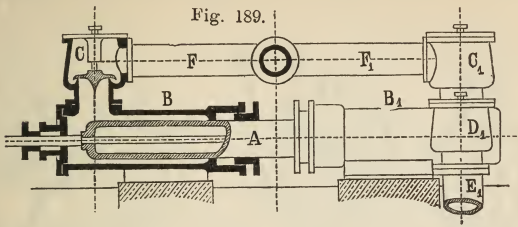
Veloc. acqua attraverso la valv. m.	0,60	0,80	1,00	1,25	1,50
Peso valvola per cmq. di area kg.	0,007	0,012	0,018	0,029	0,042

Fino a $200 \div 300$ cmq. di area si possono adottare valvole semplici; al di là diventan necessarie le valvole a graticcio o le valvole multiple.

2) *Tipi di pompe.* — Variano grandemente secondo i casi. Per piccole pompe, pompe di pressione, ecc., si preferisce lo stantuffo tuffante;

per le altre lo stantuffo ordinario. Il tipo Girard, preferito per grandi installazioni (fig. 189) si compone di due pompe a semplice effetto BB_1

Fig. 189.



con uno stantuffo tuffante unico A; le valvole sono a sede piana, con forma appropriata per evitare le perdite di forza viva, e sono sollecitate da una molla, posta dentro o fuori della scatola.

3) *Effetto utile:* $\eta = 0{,}80$ per pompe Girard; $0{,}65 \div 0{,}75$ per pompe ordinarie. — Forza effettiva in cavalli $N = \frac{1000\,QH}{75\,\eta}$ (se il condotto è lungo, H va aumentato della perdita di carico relativa, N. **57**).

4) *Pompe da incendio.* — Si calcolano per una prevalenza $H = {}^4/_3$ dell'altezza effettiva del getto. Capacità della cassa d'aria = 10 volte quella d'un cilindro. D'ordinario le pompe manovrate da 8, 16, 24 uomini lanciano un getto di 16, 24, 30 m. con un volume d'acqua al 1′ di 5, 7, 8 litri.

5) *Costruzione.* — Vedi N.i **228-231** e **222-225**.

299. *Pompe centrifughe.*

Applicabili a prevalenze H fino a 15^m e più, e per volumi d'acqua Q da $0^{mc},004$ a 4^{mc} al 1′; ma convenienti solo per prevalenze fino a 6^m circa, e specialmente per acque torbide o per installazioni provvisorie.

Massima altezza d'aspirazione $= 4 \div 5$ m.; ma sempre preferibile tenerla $\leqq 3^m$, e, dove si può, anche zero.

Costruzione (fig. 190, 191). — Si fissa la veloc. dell'acqua nei tubi aspirante e premente $V = {}^1/_6\sqrt{2gH}$; d'onde il loro diam.: $d = 1{,}13\sqrt{Q/V}$

Diametro dei 2 orifici d'afflusso della pompa .. $d_0 = 0{,}7\,d$
Diametro della periferia interna delle palette. $d_1 = 1{,}2\,d_0$
Larghezza delle palette corrispondente ..... $b_1 = 0{,}6\,d_1$
Diametro della periferia esterna delle palette. $d_2 = 2\,d_1$
Larghezza delle palette corrispondente ..... $b_2 = 0{,}5\,b_1$
Velocità alla detta periferia esterna ..... $v_2 = 1{,}25\sqrt{2gH}$
Numero di giri corrispondente ..... $n = \frac{60\,v_2}{\pi\,d_2}$

Quando non si dovesse oltrepassare un dato valore di n (caso delle pompe a vapore senza trasmissione intermedia) si potrà dare a d_2 un valore più grande (da $2\,d_1$ sino a $5\,d_1$) e si farà in conseguenza $b_2 = {}^{d_1}/_{d_2}\,b_1$; il resto come sopra.

Palette in numero di $4 \div 8$ dalle piccole alle grandi pompe, tracciate secondo una spirale $\alpha\beta$ (fig. 191) comprendente un angolo di 160°. Una sì e l'altra no si prolungano fino al mozzo. — Le palette tanto si pos-

Fig. 190.

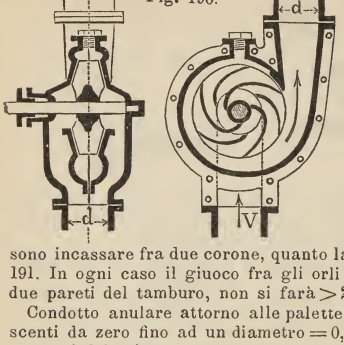
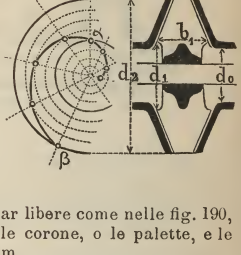


Fig. 191.



sono incassare fra due corone, quanto lasciar libere come nelle fig. 190, 191. In ogni caso il giuoco fra gli orli delle corone, o le palette, e le due pareti del tamburo, non si farà > 2 mm.

Condotto anulare attorno alle palette, con sezioni gradualmente crescenti da zero fino ad un diametro $= 0{,}7\ d$, che si raccorda poi col diametro d del tubo premente.

Se la pompa ha un solo orificio d'aspiraz. si farà: $d_0 = d$, $b_1 = 0{,}3\ d_1$; il resto come sopra.

Il tubo prem. può essere diretto verticalm. (fig. 190) od orizzontalm. Eccettuato il caso che esso esca orizzontalm. dal vertice della ruota, bisogna sempre applicare alla sommità del condotto anulare un robinetto per lo scarico dell'aria, sia durante l'adescam. che durante il funzionam. della pompa. Al piede del tubo aspirante si mette una valvola di ritegno, per mantener sempre adescata la pompa.

Una pompa così calcolata, funzionando con una veloc. di $1{,}2\ n$ giri, può sollevare un volume $= 1{,}5\ Q$.

$\eta = 0{,}55 \div 0{,}60$; raramente si raggiunge 0,65. $N_e = \dfrac{13{,}3}{\eta}\ QH.$

LXXXIX. — Pompe centrifughe (sistema Gwynne)

d	$H = 3^m$			$H = 6^m$			$H = 9^m$			$H = 12^m$		
	Q	N_e	n	Q	N_e	n	Q	N_e	n	Q	N_e	n
mm.	mc.	cav.	giri	mc.	cav.	giri	mc.	cav.	giri	mc.	cav.	giri
75	0,004	0,29	1200	0,007	1,00	1700	0,008	1,80	2100	0,009	2,70	2400
100	0,008	0,57	900	0,012	1,73	1300	0,014	3,10	1600	0,017	5,10	1800
125	0,014	1,00	750	0,019	2,70	1050	0,023	4,96	1300	0,027	7,85	1500
150	0,021	1,50	625	0,028	3,86	875	0,035	7,56	1075	0,040	11,60	1225
175	0,025	1,73	525	0,036	4,96	750	0,043	8,90	900	0,051	14,30	1050
200	0,033	2,30	450	0,051	7,00	650	0,062	12,80	800	0,073	20,40	925
225	0,041	2,80	400	0,061	8,05	575	0,075	14,85	700	0,088	23,70	820
250	0,054	3,60	375	0,076	10,00	525	0,095	18,80	650	0,110	28,60	750
300	0,076	5,00	300	0,108	14,20	425	0,130	25,70	525	0,150	39,00	600

Diametro della puleggia da 75 a 400 mm., sua largh. da 90 a 250 mm., secondo che d varia da 75 a 300 mm.

300. Turbina idrofora. — È una pompa centrifuga ad asse verticale senza tubi, aspirando essa dal sottoposto canale d'arrivo mediante un unico orificio d'aspirazione imbutiforme e versando l'acqua direttamente in una camera superiore. Calcolazione come sopra, facendo $d_0 = d$, $b_1 = 0{,}3\ d_1$.

Per prosciugamenti a prevalenze variabili, conviene installare 2, o più turbine idrofore, calcolate insieme pel massimo Q e pel minimo H. Crescendo H, se ne arrestano una o più, mandando le restanti con velocità maggiore.

10. MACCHINE IDRAULICHE

301. Accumulatori. — Diversi tipi: fig. 192, tipo a cilindro fisso e stantuffo mob. A; fig. 193, tipo differenziale con stantuffo fisso a due diametri AA_1 e cilindro mobile, per diminuire il contrappeso nel caso di alte pressioni. BB_1 tubi d'entrata e d'uscita dell'acqua, C contrappeso. Pressioni usuali, per gli impianti di macchine con acqua in pressione, da 35 a 100 atmosfere.

Fig. 192.

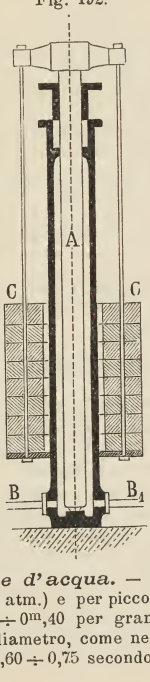
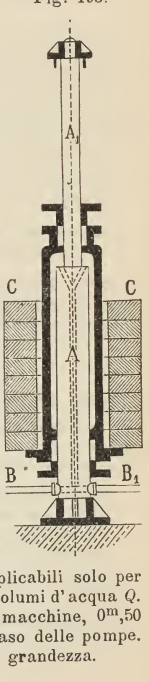


Fig. 193.



Il diam. dello stantuffo d'ordinario non si fa $> 0^m{,}60$; l'altezza si determina in base alle condizioni speciali di cadaun impianto.

Se D (fig. 192), o D, d (fig. 193) sono i diametri degli stantuffi in m., n_e la pressione effettiva in atmosf., P il contrappeso, si ha non calcolando l'attrito:

fig. 192: $P = 8100\ n_e\ D^2$;

fig. 193: $P = 8100\ n_e\ (D^2 - d^2)$.

L'attrito dà luogo a una perdita di circa 20 %.

Spessore cilindri come al Numero ***303***.

302. Motrici a pressione d'acqua. — Applicabili solo per grandi cadute o press. ($> 2 \div 3$ atm.) e per piccoli volumi d'acqua Q. Velocità dello stantuffo $= 0^m{,}25 \div 0^m{,}40$ per grandi macchine, $0^m{,}50$ a $0^m{,}75$ per piccole; d'onde il diametro, come nel caso delle pompe. Coefficiente di effetto utile $\eta = 0{,}60 \div 0{,}75$ secondo la grandezza.

303. Torchi idraulici. — Sia:

P la pressione da esercitare in kg.;
n_e la pressione effettiva interna in atmosfere;
D, d i diametri in m. degli stantuffi del torchio e della pompa;
p la forza in kg. applicata allo stantuffo della pompa;
v la velocità di questo stantuffo in m. al 1″ ($v = 0^m,15 \div 0^m,30$).

Scelto n_e fra i limiti di 50 e 500 atm secondo la pressione da esercitare, si ha, tenuto conto dell'attrito calcolato a circa 20 %:

$$10000\, d^2\, n_e = p$$

d'onde, fissato p, si ha d, o viceversa. D'ordinario per pompe addette a un sol torchio, $d = 0^m,02 \div 0^m,05$, con $0^m,15 \div 0^m,30$ di corsa, e $40 \div 20$ colpi al 1′; se la pompa serve a più torchi, si aumenterà in proporzione la sezione dello stantuffo. — Se la pompa è a motore, richiederà una forza $= \frac{pv}{150}$ cavalli.

$P = 6500\, D^2\, n_e$; d'onde, fissato P, si ha D, o viceversa. In generale $D = 0^m,25 \div 0^m,50$, più spesso $0^m,30 \div 0^m,35$, con una corsa di $0^m,50$ a $0^m,65$ pei torchi da olio, $0^m,80 \div 1^m$ e più per torchi d'imballatura, ecc.

Conviene in generale impiegare 2 o più pompe, calcolate per pressioni crescenti, da $50 \div 60$ atm. per la prima pompa, fino a n_e atm. per l'ultima (agenti sia direttamente, sia con accumulatori).

Spessore delle pareti del cilindro e della pompa, per ghisa o bronzo:

spessore =	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,70 del rispettivo diam.
per n_e =	50	100	200	300	400	500 atmosfere.

Per ciò vedi meglio il N. ***104***. Fondi grossi $1,2 \div 1,4$ volte le pareti, e raccordati con queste senza angoli bruschi.

304. Elevatori idraulici. — Relazione fra il carico netto P, il diametro D dello stantuffo e la pressione n_e come sopra. Velocità di ascesa $0^m,20 \div 0^m,40$.

11. MACCHINE PNEUMOFORE

305. Macchine pneumofore a stantuffo.

1) *Macchine soffianti, aspiratori, esauritori,* ecc. Sia: Q_0 il volume effettivo in mc. d'aria (o di un gas qualunque) da aspirare al 1″, misurato alla pressione p_0 d'aspirazione:

p_0 la pressione assoluta a cui si fa l'aspirazione, in kg. per mq.;
p_1 la pressione assoluta a cui si deve comprimere l'aria o il gas, in kg. per mq. (quindi $p_1 - p_0$ la press. *effettiva* di compress.);
D, V, S diametro, velocità al 1″, e corsa dello stantuffo in m.

Fissato $V = 1^m,20 \div 1^m,80$, si ha, per macch. a doppio effetto, l'area netta dello stantuffo $O = \frac{Q_t}{V}$, in cui Q_t = volume teorico = 1,33 Q_0 a 1,40 Q_0; quindi $D = 1,14\sqrt{O}$. Corsa $S = 1,2\, D \div 2\, D$.

Area valvole: aspiranti non $< {}^1/_8 \div {}^1/_{10}$, prementi non $< {}^1/_{12} \div {}^1/_{16}$ dell'area stant. — Veloc. nei tubi come al N. **88**, d'onde il loro diam.

Forza effettiva in cavalli: $N_e = \dfrac{p_0\, Q_0}{75\, \eta}$ log. ip. $\dfrac{p_1}{p_0}$

e per piccoli valori di $\dfrac{p_1 - p_0}{p_0}$: $N_e = \dfrac{Q_0}{75\, \eta}\,(p_1 - p_0)$. $\Bigg\}\ \eta = 0{,}60 \div 0{,}70$

Per le macch. soffianti delle ferriere, $p_0 = 10330$ kg. per mq. (1 atm.); $p_1 = 12500 \div 13800$ (corrispondente a una press. *effettiva* di $16 \div 25$ cm. di mercurio) per alti forni; $p_1 = 15500 \div 20660$ ($1{,}5 \div 2$ atm.) per acciaierie Bessemer o con convertitori.

2) *Compressori.* — Q_0 volume effettivo dell'aria aspirata al 1', misurato alla pressione atmosferica; D, V come sopra; n_a pressione assoluta in atmosfere a cui l'aria deve essere compressa.

Il volume effettivo dell'aria compressa, misurato alla pressione n_a (mantenendo costante la temperatura) sarà $= \dfrac{Q_0}{n_a}$.

Fissato $V = 1^m \div 1^m{,}50$, si hanno D, S come sopra, in base a un volume teorico $Q_t = 1{,}25\, Q_0 \div 1{,}33\, Q_0$. — Area delle valvole non $< {}^1/_4 \div {}^1/_5$ dell'area stantuffo. — Velocità dell'aria nei tubi come al N. **88**.

Raffreddamento con acqua, introdotta dalle valvole aspiranti o iniettata con polverizzatori, per tener costante la temperatura. Volume d'acqua da iniettare $= 0{,}00125 \div 0{,}001$ del volume d'aria aspirato.

Per n_a sino a $6 \div 8$ atm. si comprime con una sola operazione; per pressioni $>$, conviene fare due operazioni, comprimendo prima a una press. di $4 \div 8$ atm. e poi con un 2° compressore sino al limite fissato.

Forza effettiva in cav.: $N_e = \dfrac{138}{\eta}\, Q_0$ log. ip. n_a; $\eta = 0{,}60 \div 0{,}70$.

306. *Ventilatori e aspiratori centrifughi.*

Siano: Q_0 il volume d'aria aspirato al 1'' in mc.; h la press. *effettiva* (differenza fra le pressioni all'efflusso ed all'afflusso, prodotta dal ventilatore) espressa in m. d'acqua; $w =$ circa $\sqrt{15700\, h}$ la velocità corrispondente alla press. h, alla temperatura ordinaria (vedi la tabella a pag. 100, anche per temperature superiori).

Diametro dei due orifici d'aspirazione (fig. 187): $d_0 =$ da $2\sqrt{Q_0/w}$ a $2{,}4\sqrt{Q_0/w}$ dai grandi ai piccoli ventilatori.

Diametro alla periferia interna delle palette ..... $d_1 = 1{,}2\, d_0$
Diametro alla periferia esterna delle palette..... $d_2 = 2{,}5\, d_1$
Larghezza delle palette alla periferia interna ..... $b_1 = 0{,}6\, d_1$
Larghezza delle palette alla periferia esterna..... $b_2 = 0{,}5\, b_1$
Velocità alla periferia esterna ..... $v_2 = 1{,}1\, w$
Numero di giri al 1'. . ..... $n = \dfrac{60\, v_2}{\pi\, d_2}$.

Se v'è un solo orificio d'aspirazione, $d_0 = 2{,}8\sqrt{Q_0/w}$; $b_1 = 0{,}3\, d_1$; il resto come sopra.

Palette, in numero di $6 \div 8$, tracciate secondo una spirale comprendente un angolo di 104° (vedi N. **299** e fig. 191). Condotto anulare di sezione crescente da zero fino al diametro d del tubo di condotta, che si farà $= 2{,}25 \sqrt{Q_0/w}$. — Sez. d'efflusso dell'aria della condotta $= Q_0/w$.

Forza effettiva in cavalli: $N_e = \dfrac{1000\ Q_0\ h}{75\ \eta}$.

$\eta = 0{,}50$ al più, $N_e = 27\ Q_0\ h$ per buoni ventilatori a palette curve; $\eta = 0{,}25 \div 0{,}35$, $N_e =$ in media $43\ Q_0\ h$ per ventilatori ordinari.

Valori di h. — Forni a cupola $h = 0^m{,}30 \div 0^m{,}40$; fucine $h = 0^m{,}10$ a $0^m{,}20$; ventilazione di ambienti, apparecchi di asciugamento, alimentazione di focolari, ecc., h sempre $< 0^m{,}02$.

307. Ventilatori rotativi. — Il più usitato è il ventilatore Root, di cui la tabella XCI fornisce i dati principali.

XC. — Ventilatori centrifughi (tipo Schiele)

d_2	d	Peso	Fucine alimentate ($h = 0^m{,}10 \div 0^m{,}20$)			Ghisa fusa all'ora ($h = 0^m{,}30 \div 0^m{,}40$)			Ventilazione essiccam. ecc.		
mm.	mm.	kg.	num.	n	N_e	quint.	n	N_e	Q_0^{mc}	n	N_e
250	**120**	**30**	1	4000	0,20	—	—	—	—	—	—
270	**125**	**50**	3	4000	0,35	7,5	6000	1,00	0,30	3000	0,38
320	**150**	**90**	7	3500	0,75	10,0	5000	1,50	0,50	2500	0,50
400	**200**	**150**	12	3000	1,25	15,0	4000	2,50	0,75	2300	0,75
500	**250**	**250**	20	2000	2,00	25,0	3000	4,50	1,20	1500	1,50
750	**375**	**750**	48	1500	4,50	50,0	2250	8,00	3,00	1200	3,00
1000	**500**	**1150**	80	1000	7,00	90,0	1500	12,00	5,00	750	6,00

XCI. — Ventilatori Root

Diametro bocca d'efflusso	Vol. d'aria al 1"	Num. giri al 1'	Forza	Numero fucine servite			Ghisa fusa all'ora	Spazio occupato	Peso
				picc.	medie	grandi			
mm.	mc.		cav.				kg.	m.	kg.
80	0,08	300	0,3	4	3	2	—	0,75.0,54	200
135	0,15	300	0,5	8	6	4	—	0,85.0,65	300
200	0,32	300	1	16	11	8	1250	1,40.0,80	520
240	0,50	300	$1 \div 2$	24	17	12	2000	1,70.1,00	1080
300	0,73	300	$2 \div 4$	36	26	18	3000	2,00.1,00	1300
425	1,33	250	$4 \div 6$	61	45	30	5000	2,36.1,40	2150
475	1,75	250	$5 \div 7$	85	60	40	6500	2,66.1,40	2450
550	2,20	250	$6 \div 8$	100	80	50	8500	2,96.1,40	2800

TECNOLOGIA

1. FILATURA DEL COTONE

308. Titolo dei filati.

Sistema inglese. — 1 matassa (hank) = 7 matassine (leas) = 840 yards (da $0^m,915$) = 768^m è del N. 1 quando pesa 1 libbra ($0^k,454$). Se la matassa pesa libbre $^1/_2$, $^1/_3$ ecc., il titolo del filo sarà 2,3 ecc. — Una matassa del N. t peserà libbre: $p = {}^1/_t$; un filo che pesa p libbre per matassa avrà per titolo: $t = {}^1/_p$. — Periferia dell'aspo = $1\ {}^1/_2$ yards = $1^m,37$; numero di giri d'aspo per fare una matassa = 560. — Vendita per pacchi di 10 libbre ($4^k,536$).

Sistema francese. — 1 matassa di 1000^m è del N. 1 quando pesa $0^k,5$. — Una matassa del N. t pesa kg.: $p = {}^1/_2\, t$.

Se t_i, t_f sono i titoli inglese e francese di un medesimo filato, e p è il peso in kg. per 1^m di lunghezza, si ha:

$$t_i = 1{,}18\ t_f = 0{,}00059\ {}^l/_p; \quad t_f = 0{,}846\ t_i = 0{,}0005\ {}^l/_p$$

XCII. — PESO IN KG. DI UNA MATASSA DI 840 YARDS

N.° ingl.	Peso	N.° ingl.	Peso	N.° ingl.	Peso	N.° ingl.	Peso	N.° ingl.	Peso
	kg.		kg.		kg.		kg.		kg.
0,15	3,030	**0,80**	0,567	**7**	0,0650	**20**	0,0227	**36**	0,0126
0,20	2,270	**0,90**	0,504	**8**	0,0567	**22**	0,0206	**38**	0,0119
0,25	1,816	**1**	0,454	**9**	0,0504	**24**	0,0189	**40**	0,0113
0,30	1,510	**2**	0,227	**10**	0,0454	**26**	0,0174	**42**	0,0108
0,40	1,130	**3**	0,151	**12**	0,0378	**28**	0,0162	**44**	0,0103
0,50	0,908	**4**	0,113	**14**	0,0324	**30**	0,0151	**46**	0,0099
0,60	0,757	**5**	0,091	**16**	0,0284	**32**	0,0142	**48**	0,0095
0,70	0,650	**6**	0,076	**18**	0,0252	**34**	0,0133	**50**	0,0091

309. Dati per l'impianto di un cotonificio.

Forza complessiva.

1 cavallo di forza effettiva per	40	fusi	Selfacting in titoli	8 ÷ 12
	50 ÷ 55	»	» »	16 ÷ 24
	75	»	» »	30 ÷ 40
	100	»	» »	48 ÷ 60
	40 ÷ 60	»	Throstle »	10 ÷ 40
	40 ÷ 70	»	Ring »	10 ÷ 50

Produzione media. — Produzione media per fuso e per giorno di 12 ore in un cotonificio ben diretto:

Tit. inglese	3	6	10	20	24	30	40
chilogr.	0,620	0,330	0,225	0,120	0,100	0,072	0,055

Locali. — Area compless. dei locali per ogni 1000 fusi: 380 ÷ 320 mq. per titoli 10 ÷ 20; 320 ÷ 250 mq. per titoli 20 ÷ 40; 250 ÷ 200 mq. per titoli 40 ÷ 60. Locale apritoi, battitori e cernita a prova di fuoco, separati dagli altri locali e assai ventilati. Camere di deposito, con sfiatatoi, per la polvere: a volta e sottostanti ai locali apritoi e battitori. Locali speciali per l'arruotatura delle carde, per le macch. da far tubetti, cordoncino, ecc., per impaccatura, magazzini, studio e officina.

Mano d'opera. — In opifici italiani ben diretti, la mano d'opera per 1000 fusi, compresa l'aspatura (tutto il filato in pacchi), l'officina, i facchini e il personale generale, si può valutare come segue:

Tit. ingl. medio..	10	20	30	40
Numero operai...	18	12	9	8

L'aspatura sola richiede, per gli stessi titoli: 4 $^1/_2$; 3 $^1/_2$; 3; 2 $^1/_2$ operai.

2. FILATURA DEL LINO E DELLA CANAPE

310. Titolo dei filati.

Sistema inglese. — 1 matassina (lea) = 300 yards = 274^m è del N. 1 quando pesa 1 libbra (0^k,454). — Periferia dell'aspo = 3 yards = 2^m,74; giri per fare una matassina = 100. — 1 Bundle = 200 matassine. — Pacco di 12 bundles. — Titolo di un filo pesante p libbre per matassina = $^1/_p$.

Sistema scozzese. — 1 matassina (cut) = 300 yards = 274^m è del N. 1 quando pesa 1 libbra. — Periferia dell'aspo = 2 $^1/_2$ yards = 2^m,285, con giri 120 per matassina. — 1 Bundle = 240 matassine. — Pacco di 10 bundles. — Titolo come sopra.

Sistema francese. — 1 matassa = 1000^m è del N. 1 quando pesa 0^k,5. — Periferia dell'aspo 2^m,50 con 400 giri per matassa. — Pacco di 12 bundles = 500 matasse. — Titolo di un filo di p^k e $l^m = 0{,}0005\ ^l/_p$.

311. Dati per l'impianto di un linificio-canapificio.

Acqua, caldaie e asciugatoio.

Acqua in ragione di litri 90 all'ora ogni 100 fusi; pressione 4^m.

Superficie riscaldata delle caldaie pel riscaldamento dell'acqua: 1^{mq} ogni 100 fusi: pressione 4 atm. effettive. — Temperatura dell'acqua di filatura 60°. (Fino al N. 6 si fila a secco; dal N. 6 al 14 si fila a secco o ad acqua calda; dal N. 14 insù ad acqua calda).

Asciugatoio: capacità non < 300^{mc} ogni 1000^k di filato prodotto al giorno; acqua da vaporizzare 120 % del peso del filato.

Forza complessiva: in media 50 cav. effettivi ogni 1000 fusi.

Peso macchine: circa 80 kg. per fuso, compreso motore e caldaie.

Locali. — Area media complessiva dei locali destinati alle macchine per ogni 1000 fusi: carderia (da ventilare artificialmente) e preparazione 300 ÷ 340 mq.; filatura 150 ÷ 180 mq.; aspatura 50 mq. Oltre a quest'area si richiedono: locale per l'asciugatoio (possibilmente sopra le caldaie); magazzini materia pettinata (in sotterranei asciutti, per una produzione di 3 mesi); magazzini materie gregge (locali freschi e leggermente umidi, per una produzione di 9 mesi); magazzini

filati (locali freschi e leggermente umidi); locale d'assortimento e impaccatura (almeno 1^{mq} ogni 100 fusi).

Produzione. — In media si può ritenere una produzione per fuso e per giorno di $0^k,75$ in trama, $0^k,65$ in catena, titolo medio 12.

Mano d'opera: $90 \div 120$ operai per 1000 fusi in titoli grossi; 60 a 70 in titoli medi; $40 \div 55$ in titoli fini.

3. FILATURA DELLA SETA

312. Titolo dei filati.

Una matassa di 475^m è del N. 1 quando pesa $0^k,000051$; è del N. 2 quando pesa il doppio, ecc. Una matassa del peso di p kg. ha per titolo: $t = 19608\,p$; una matassa del titolo t pesa kg.: $p = 0,000051\,t$. — Periferia dell'aspo $= 1^m,1875$; num. di giri d'aspo per matassa $= 400$.

313. Trattura.

Soffocamento bozzoli: da farsi entro i primi 10 giorni; temperatura $60^0 \div 75^0$ per $6 \div 8$ ore. — 1^k bozzoli secchi corrisponde in media a 3^k bozzoli freschi.

Rendita in seta greggia. — 1^k di seta greggia in media per $3 \div 4,5$ kg. di bozzoli secchi secondo la qualità, oltre ai cascami, consistenti per la maggior parte in struse (sino a $9 \div 12$ % del peso dei bozzoli) e nel resto in galettame.

Filande a vapore. — Temper. dell'acqua nelle bacinelle $50^0 \div 60^0$, nelle sbattitrici $80^0 \div 100^0$. — Una sbattitrice per 2, sino a $6 \div 8$ bacinelle di trattura, secondo i sistemi; d'ordinario per 2.

Velocità periferica degli aspi $120 \div 150$ m. al $1'$, filando sino a 4 capi; $110 \div 130$ m. filando a 6 capi. — Cassoni per gli aspi scaldati da 40^0 a 50^0 d'inverno.

Acqua: al massimo $10 \div 12$ litri per bacinella e per ora, comprese le sbattitrici; al minimo $2 \div 3$ litri, se si filtra l'acqua già adoperata, e si rimanda alla bacinella con un sistema a circolazione continua.

Vapore: $5 \div 7$ kg. per bacinella all'ora, comprese le sbattitrici: pressione $0,75 \div 1$ atm. effettive. Si può utilizzare il vap. di scarico della motrice, previa separazione dell'olio.

Forza: $1,5 \div 2$ cav. per 100 bacinelle, comprese le sbattitrici, ma escluse le pompe.

Produzione media: due levate d'aspo al giorno, cioè $0^k,400$ di seta al minimo e $0^k,800$ al massimo (a 6 capi).

Spesa media per 1^k seta greggia: combustibile e olio £ $0,70 \div 1$; mano d'opera £ $2,50 \div 3$.

Locali. — Per 100 bacinelle e 50 sbattitrici di tipo ordinario, larghezza del locale della filanda $8,50 \div 9$ m., lunghezza $42 \div 44$ m. — Locale attiguo per le struse (diviso in modo che una parte funzioni da asciugatoio), locali per la provinatura e la consegna, di circa $50 \div 60$ mq. cadauno. — Asportazione della nebbia (*fumana*) con aspiratori meccanici ($1 \div 2$ cav.) o con tubi d'aspirazione per le sole sbattitrici, a tirata naturale (maggior consumo carbone per 50 sbattitrici, $80 \div 100$ kg. al giorno).

314. Filatura.

P produzione in kg. di 100 rocchetti, o fusi, in 12 ore;
n loro numero di giri al 1′;
t titolo del filo greggio.

a) *Incannatoio.* — $P = 2 \div 2{,}5$ kg., per $n = 250 \div 300$, $t = 10 \div 15$. Un'operaia per $12 \div 15$ rocchetti; 1 cav. ogni 900 rocchetti.

b) *Stracannatoio.* — $P = 3 \div 4{,}5$ kg., per $n = 250 \div 300$, $t = 10$ a 15. — Un'operaia ogni $15 \div 20$ rocchetti; 1 cav. per 900 rocchetti.

c) *Binatoio.* — $P = 10 \div 15$ kg. a 2 capi, $15 \div 20$ kg. a 3 capi, per $n = 450$, $t = 10 \div 15$. — Un'operaia per 25 rocchetti; 1 cav. per 800 rocchetti.

d) *Torcitoio.* — $n = 3500 \div 6000$; produzione per 100 fusi all'ora:

Organzino 1ª torcitura.....: $0{,}00051 \frac{n\,t}{\theta}$;

Organzino 2ª torcitura, e trama....: $0{,}00057 \frac{n n_1}{\theta} t$;

essendo n_1 il numero dei capi accoppiati, θ il numero dei giri di tôrta per metro corrente (variabile assai secondo il filato). — Un operaio ogni $300 \div 400$ fusi; $2 \div 3$ cavalli per 1000 fusi secondo la velocità.

e) *Aspatoio.* — Produzione per aspo al giorno $= 2 \div 3$ kg.; un'operaia ogni 10 aspi.

315. Dati per l'impianto d'un filatoio di seta.

Fabbricato a $4 \div 5$ piani, di cui $2 \div 3$ pel torcitoio, uno per la stracannatura e binatura, l'ultimo per l'incannatura. Locali annessi, per ripassatura matassine, titolatura, cappiatura, impaccatura, deposito rocchetti e aspi, magazzino sete, ecc.; camere di inumidimento (*brova*) per rocchetti e aspi. — Area di un filatoio di 10000 fusi, 45×9 m.

4. FILATURA DELLA LANA CARDATA

316. Titolo dei filati.

Sistema inglese. — 1 matassa (hank) $= 560$ yards $= 512^{m}$ è del Numero 1 quando pesa 1 libbra ($0^{k}{,}454$). — Aspo di 1 yard ($= 0^{m}{,}915$) di periferia con 560 giri per matassa.

Sistemi francesi. — Reims: sistema metrico — Elbœuf: matassa di 3000 aune $= 3600^{m}$; unità di peso $0^{k}{,}5$; aspo di 2^{m} di periferia con 1800 giri per matassa. — Sedan: matassa di 1500^{m}; unità di peso 1^{k}.

Sistema metrico. — Matassa di $1000^{m} = 10$ matassine di 100^{m}; unità di peso 1^{k}. Il titolo è il numero di matasse, o di chilometri, corrispondenti a 1^{k} di peso. Una matassa del peso di p kg. ha per titolo $t = {}^{1}/_{p}$. Periferia dell'aspo $= 1^{m}{,}50$, con 67 giri per matassina.

317. Forza, locali, mano d'opera, acqua. — Forza complessiva $= 6 \div 7$ cav. per assortimento. — Area complessiva dei locali per 1000 fusi: per la filatura, compreso servizi e motori, 550 a

600 mq.; pei magazzini, cernita e tintoria, $100 \div 120$ mq. Personale: $18 \div 20$ individui ogni 1000 fusi.

D'ordinario i lanifici comprendono anche la tesseria, che ne smaltisce il prodotto. In tal caso si può calcolare una forza complessiva, compresa filatura e tessitura, di 1 cav. circa per telaio, e una quantità d'acqua, per lavatura lana, sodatura panni, ecc., di circa $^1/_3$ di litro al 1″ per telaio.

5. TESSITURA

318. Produzione teorica ed effettiva di un telaio.

n numero colpi battuti (= numero inserzioni di trama) al 1′;

i numero dei fili di trama per cm. di lunghezza della stoffa;

i_1 numero dei fili di catena per cm. di larghezza della stoffa;

b larghezza della stoffa in metri;

λ, λ_1 lunghezze in metri della trama e della catena occorrenti per ogni metro di lunghezza della stoffa;

P produzione effettiva in metri di stoffa al giorno di 12 ore.

Si ha:

$$\lambda = 100\ ib + 3 \text{ a } 5\ \%; \quad \lambda_1 = 100\ i_1\ b + 4 \text{ a } 8\ \%$$

$$P = \alpha \times \text{produz. teorica} = \alpha \frac{12.60\ n}{100\ i}$$

α = coefficiente di rendita = $0{,}60 \div 0{,}80$ secondo la natura e la qualità dei filati e della stoffa e l'abilità del tessitore;

n varia in ragione inversa della finezza della trama, della larghezza della stoffa e del numero delle navette. Per lo scorrimento della cigna, la velocità effettiva è sempre < della teorica di $5 \div 20$ $^c/_0$.

319. Disposizione dei telai.

I telai si aggruppano d'ordinario a 4 a 4, colle fronti rivolte l'una all'altra, onde una medesima persona possa, se è il caso, attendere a due telai; e colle pulegge disposte tutte all'interno del gruppo, e con diversa sporgenza dal rispettivo telaio, onde poterle comandare tutte e quattro, occorrendo, con due tamburi. — Intervallo fra le fronti di due telai non $< 0^m{,}60$, non $> 0^m{,}80$; intervallo fra i dorsi $= 0^m{,}50$; intervallo fra i fianchi, al posto delle pulegge, $0^m{,}05 \div 0^m{,}08$ fra le estremità dei due battenti; intervallo fra i fianchi, dalla parte opposta alle pulegge, almeno $1^m{,}50$, onde formare passaggio pel servizio dei telai. — Trasmissioni preferibilmente dal disotto, mediante locale sotterraneo.

320. Tele lisce di cotone. — Si può ritenere come tessuto medio, o tipico, un *calico* così composto:

Catena N. 33 inglese; 2400 fili in 60 portate da 40 fili sopra una larghezza di stoffa $b = 0^m{,}90$. — Trama N. 42, con 26 $^1/_2$ fili per centimetro. — Peso per m. corr. di stoffa: catena $0^k{,}043$; trama $0^k{,}036$; totale $0^k{,}079$.

Per questo tessuto-tipo si richiede una forza complessiva, comprese tutte le preparazioni, di 1 cavallo ogni 5 telai, e una superficie complessiva di locali di $7 \div 8$ mq. per telaio.

321. Stoffe quadrettate (cotone o miste).

Larghezza (altezza) delle stoffe: $b = 0^m,48 \div 0^m,90$. — Titolo (inglese) della catena: $20 \div 24$; della trama: $16 \div 24$ per stoffe comuni, $30 \div 40$ per stoffe fine. — Numero dei fili per centimetro: catena $20 \div 22$, trama $20 \div 24$, per stoffe comuni; catena $30 \div 32$, trama $28 \div 32$ per stoffe fine. — Peso medio per m. corr. $0^k,100$. — Le stoffe si mettono in commercio in pezze di 50, 45 e 35 m.

Forza complessiva: 1 cavallo ogni $5 \div 6$ telai. — Area complessiva dei locali: $9 \div 10$ mq. per telaio.

322. Stoffe di cotone rasate.

Larghezza (altezza) $= 0^m,60 \div 0^m,65$. — Titolo inglese della catena $18 \div 24$, della trama $16 \div 30$. — Numero dei fili per centim.: catena $20 \div 30$, trama $40 \div 80$. — Peso per m. corr. di stoffa $= 0^k,100 \div 0^k,200$.

Forza complessiva: 1 cavallo ogni 6 telai. — Area complessiva: 2 mq. per telaio

Per tingere ed apprestare 2000^m di stoffa al giorno si richiede una forza di $4 \div 5$ cav., e una superficie di locali di $150 \div 200$ mq.

323. Tele e tralicci di lino e canape.

Larghezza (altezza) delle tele liscie e tralicci: $b = 0^m,70 \div 1^m$; delle tele da vela: $b = 0^m,60 \div 0^m,75$. — Titolo (inglese) dei filati: catena $6 \div 50$, trama $6 \div 40$. — Numero di fili per cm.: $14 \div 30$. — Pezze di 45^m ordinariamente, e anche di 30^m o di 60^m.

Forza complessiva: 1 cavallo ogni 3 telai per tele pesanti, ogni 4 telai per tele leggere. — Area complessiva: circa $14 \div 15$ mq. per telaio.

324. Stoffe di seta liscia.

Larghezza della stoffa (*taffetà*) $= 0^m,60 \div 0^m,75$. — Numero dei fili per centimetro: catena $70 \div 90$, trama $40 \div 50$. — Consumo medio di seta per m. corr. di stoffa $0^k,025 \div 0^k,040 + 8\ \%$ di perdita.

Forza complessiva: 1 cavallo ogni $6 \div 7$ telai. — Area complessiva: $14 \div 15$ mq. per telaio.

325. Flanelle e panni.

Larghezza ordinaria flanelle: al telaio $1^m,70$, dopo la follatura $1^m,30$, con 2400 fili di catena. Titolo (metrico) del filato: catena $16 \div 18$, trama 18. Pezze di 50 m. — Pei panni in genere, dati assai variabili.

1) *Tessitura.* Forza complessiva: 1 cavallo per ogni 5 telai. — Area complessiva: 11 mq. per telaio.

2) *Apprestamento.* Area complessiva per l'apprestamento della stoffa prodotta da 100 telai: deposito e ripassatura 200^{mq}; follatura e cardatura 150^{mq}; pressatura, piegatura, ecc. 200^{mq}. — Forza circa $8 \div 10$ cav. — Acqua per la follatura: $7 \div 8$ litri al $1''$.

6. FONDERIE E FUCINE

326. Forni a cupola (per fonderia di ghisa).

100 kg. di ghisa greggia danno $90 \div 95$ kg. ghisa fusa, e richiedono $8 \div 12$ kg. di coke, $3 \div 4$ kg. fondente, e $80 \div 150$ mc. d'aria all'ora a una pressione di $0^m,30 \div 0^m,40$ d'acqua.

Dimensioni. — Altezza della soglia alla bocca di caricamento, minima 2^m, massima 5^m; camicia di ghisa di $26 \div 30$ mm. o di lamiera di $8 \div 10$ mm.; rivestimento refrattario di $0^m,15 \div 0^m,25$ sulle pareti e sulla soglia; porta di $0^m,30 \times 0^m,40$; bocca di caricam. $0^m,50 \div 0^m,80$ di lato; altezza del camino sulla bocca di caricamento $2 \div 5$ m.; ugelli in una o più serie orizzontali distanti da $0^m,32$ a $0^m,24$ dalla più bassa alla più alta; loro sezione complessiva $0,16 \div 0,3$ della sez. del forno.

Diam. forno al piano degli ugelli m.	$0,50 \div 0,60$;	$0,75 \div 1,25$;	$1,50 \div 2,00$	
Capacità forno in quint. di ghisa. q.[1]	$15 \div 30$	$75 \div 150$	$200 \div 300$	
Produz. all'ora in quint. di ghisa »	$6 \div 12$	$25 \div 40$	$50 \div 60$	
Peso delle cariche..... »	$1 \div 2$	$1,5 \div 2,5$	$4 \div 5$	

Perdita per boccami e materozze, $25 \div 30$ % del peso delle colate.

327. Forni di riverbero (per ghisa o bronzo).

100 kg. di metallo greggio danno $86 \div 94$ kg. di metallo fuso e richiedono: $35 \div 50$ kg. carbone, $0,20 \div 0,24$ mq. di superficie di griglia (con $0,12 \div 0,15$ mq. di vuoti), $0,75 \div 0,90$ mq. di superficie di platea, e $0,07 \div 0,08$ mq. di sezione sopra l'altare e nel camino.

328. Crogiuoli (per fonderia di bronzo e leghe).

Consumo carbone $= 1 \div 1,5$ kg. per 1 kg. metallo; calo del metallo $5 \div 15$ %. — Crogiuoli: capacità $5 \div 35$ kg.; durata, $4 \div 5$ fondite se in pasta refrattaria, $7 \div 8$ se in grafite. — Altezza dei forni $0^m,60$ a $0^m,70$, larghezza secondo il diametro crogiuoli.

329. Modelli. — I modelli si fanno con una scala che è circa di 1009^{mm} per m. per la ghisa, 1012 pel bronzo, 1016 per l'ottone. — Dal peso dei modelli si deduce il peso del pezzo, se massiccio, moltiplicando il peso modelli (secondo che sono di legno pesante o leggiero) per $13 \div 15$ per la ghisa, $16 \div 18$ per bronzo e ottone.

330. Area di una fonderia. — Area minima (per formatura, forni e stufe): per ogni forno a cupola $250 \div 360$ mq.; per ogni forno di riverbero $120 \div 160$ mq.; per ogni crogiuolo $9 \div 16$ mq.

331. Fucine.

Consumo medio di carbon fossile per ogni fuoco e per ora:

Piccoli fuochi.....	(fucinatura di chiodi e vergelle)	kg. $1 \div 1,5$
Medi fuochi.....	(sbarre di $2 \div 5$ cmq. di sezione)	» $2 \div 3$
Grandi fuochi.....	(pezzi di $6 \div 15$ cmq. di sezione)	» $3 \div 5$
Grandiss. fuochi.....	(pezzi di $15 \div 25$ cmq. di sezione)	» $6 \div 8$

Carbone per 100 kg. di ferro: $50 \div 65$ kg. per una calda sola, $40 \div 50$ kg. per ogni calda successiva. Calo del ferro $6 \div 7$ % per calda.

Per fuochi piccoli e medi: aria $0,01 \div 0,015$ mc. al 1" alla pressione di $0,05 \div 0,08$ m. d'acqua, con tubo di $30 \div 70$ mm. e ugello di $15 \div 25$ mm.; area in pianta $1 \div 4$ mq.; diametro o lato del camino $0,20 \div 0,30$ m. Per fuochi grandi: aria $0,02 \div 0,03$ mc. al 1" alla press. di $0,10 \div 0,20$ m. d'acqua, con tubo di $80 \div 120$ mm. e ugello di $30 \div 40$ mm.; area in pianta $5 \div 6$ mq.; diametro o lato del camino $0,30 \div 0,40$ m. Altezza dal pavimento $0,7 \div 0,9$ m. Spazio all'ingiro, almeno $2 \div 3$ m.

332. Forni da bollire. — Consumo di carbon fossile circa 40 a 50 kg. per 100 kg. di ferro e per calda; calo del ferro $3 \div 10$ %. Area della griglia: 1 dmq. per $1{,}5 \div 2$ kg. carbone all'ora; sezione del camino $1/8 \div 1/4$ dell'area della griglia.

333. Area d'un officina fabbri. — Per ogni fuoco piccolo almeno $15 \div 20$ mq., per fuoco medio $20 \div 25$ mq., per fuoco grande con utensili meccanici $25 \div 30$ mq.

7. LAVORAZIONE DEI METALLI

334. Elementi per calcolare le macchine-utensili.

Macchine da trinciare e forare. — Velocità della lama o del punzone $v = 30 \div 60$ mm. al 1″; corsa h secondo lo spessore del pezzo; numero colpi al $1' = 30\ v/h$. Forza da calcolarsi in base a un lavoro di 0,15 kgm. per mmq. di sezione recisa.

Volano da mettersi suil'asse più rapido e da calcolarsi colla:

$$\text{Peso dell'anello in kg.} = 44000\ \frac{\alpha\ N}{n\ V^2}$$

N forza in cavalli; n numero di giri al 1′, V velocità in m. al 1″ dell'anello del volano; α da prendersi $= 6 \div 12$ secondo la $<$ o $>$ regolarità da ottenere (vedi anche N. **279**).

Macchine da battere, stampare, foggiare, inchiodare a caldo, ecc. — Forza da calcolarsi in base a un lavoro medio di 0,1 kgm. per ogni mmc. di volume d'un pezzo le cui dimensioni sieno ridotte a circa metà nel senso della pressione (caso dell'inchiodatura meccanica). Volano (nel caso che la macchina lo richieda) da calcolarsi come sopra.

Macchine per tornire, alesare, piallare, trapanare, fresare.

Angolo d'incidenza dei *ferri*, o utensili, $3^0 \div 4^0$; angolo del tagliente, 50° pel ferro e la ghisa, 65° pel bronzo.

Sforzo per mmq. di sezione di truciolo: 150 kg. pel ferro, 90 per la ghisa, 250 per l'acciaio, 70 pel bronzo (nelle condizioni del massimo effetto utile). Variando da $1/8$ a $1/50$ il rapporto fra le dimensioni della sezione del truciolo, lo sforzo non varia che da 1 a 1,4.

Gradi di tempera degli utensili: per un tagliente di 50°, giallo-turchino; di 55°, giallo; di 60°, giallo paglierino; di 70°, bianco.

Velocità alla periferia dei pezzi da lavorare, in mm. al 1″:

Metallo	Torni	Alesatrici trapani	Pialle	Limatrici	Stozzatr.	Fresatr.
Ferro	90–100	70–80	65–75	130–170	110–140	150–200
Ghisa	80–90	60–70	60–70	110–150	90–120	150–200
Acciaio	40–50	30–40	25–35	70–100	75–90	150–200
Bronzo	160–200	100–120	90–100	160–220	100–160	150–200

Macchine da arrotare. — Velocità alla periferia della mola $5 \div 10$ metri al minuto secondo.

335. Trasmissioni alle macchine-utensili.

Velocità dei contralberi: $80 \div 110$ giri al $1'$ per piccoli torni; $30 \div 60$ per grossi torni; $90 \div 120$ pei trapani; $70 \div 90$ per le limatrici; $80 \div 100$ per pialle e stozzatrici; $60 \div 80$ per le fresatrici.

8. LAVORAZIONE DEL LEGNO

336. Elementi per calcolare le macchine da legno.

Seghe alternative da travi (h = diam. del tronco, o altezza del trave da segare, in m.). — Corsa del telaio: $s = 1{,}7\,h \div 2\,h$; numero dei colpi al $1'$: $n = 120 \div 200$ per $s = 0^m{,}80 \div 0^m{,}50$. Numero delle lame: $z = 1$ a 18. Avanzamento del trave per ogni colpo: $\delta = 0^m{,}001 \div 0^m{,}0025$ per legni duri, $0^m{,}003 \div 0^m{,}005$ per legni teneri. Superficie segata all'ora in mq. $F = \alpha.\ 60\ n\ \delta\ z$, in cui $\alpha = 0{,}33 \div 0{,}5$ in causa del perditempo per la manovra dei tronchi (si può ritenere in media: legni duri $F = 6^{mq}$, legni teneri 12^{mq} per ora e per lama). — Forza media in cavalli: $N = 3 + 0{,}5\ z$.

Segatura a mano. — Superficie segata $1{,}4 \div 2{,}4$ mq. per coppia di segatori e per ora, secondo il diam. dei tronchi e la durezza del legno.

Seghe circolari (h = altezza del legname da segare in m.). — Velocità alla periferia della lama al $1''$: $v = 25 \div 40$ m. Avanzamento del trave al $1''$: $\delta = 0^m{,}015 \div 0^m{,}035$. Superficie segata all'ora in mq.: $F = 3600\ \delta\ h = 15 \div 36$ mq. secondo i valori di h, δ. — Forza: $N = 0{,}15\ F \div 0{,}25\ F$ cav., secondo che si tratta di legno tenero o duro.

Seghe a nastro (h come sopra). — Usate in sostituzione delle alternative per tronchi. Velocità della lama al $1''$: $v = 8 \div 18$ m. Avanzamento del legno al $1''$: $\delta = 0^m{,}008 \div 0^m{,}020$. Superficie segata all'ora: $F = 3600\ \delta\ h = 8 \div 20$ mq. secondo i valori di h, δ. — Forza: $N = 0{,}12\ F$ a $0{,}15\ F$ cav. secondo la durezza del legno.

Seghe da impialiacciatura (orizzontali alternative, a una lama). — Corsa della sega: $s = 0^m{,}50 \div 0^m{,}70$, a cui corrisponde un numero di colpi al $1'$: $n = 300 \div 200$. Avanzamento come per le seghe da travi. Superficie segata all'ora $F = 4 \div 6$ mq. — Forza: $N = 2$ cav.

Piallatrici (b larghezza in m. della superficie da piallare). — Velocità delle lame al $1''$: $v = 17 \div 25$ m. Avanzamento del legno al $1''$: $\delta = 0^m{,}015 \div 0^m{,}040$. Superficie piallata all'ora $= 3600\ \delta\ b$. — Forza: $N = 0{,}8 \div 1{,}5$ cav. per ogni decimetro di larghezza piallata.

Trapanatrici (d = diametro del foro in m.). — Numero di giri del ferro al $1'$: $n = 800 \div 1500$ (varia in ragione inversa di d). Avanzamento per giro: $\delta = 0^m{,}0002 \div 0^m{,}001$. — Volume di legno esportato all'ora in mc.: $V = 60\ n\ \delta \dfrac{\pi\ d^2}{4}$. — Forza: $N = 0{,}05 \div 0{,}25$ cav. per decimetro cubo di legno esportato all'ora (cresce colla durezza del legno e in ragione inversa di d).

Torni. — Velocità alla periferia del pezzo, da $0^m{,}40$ a $1^m{,}20$ e più.

9. LAVORAZIONE DELLE PIETRE

337. Segatura a mano. — Un uomo può fare al giorno un taglio di $0^m,08 \div 0^m,25$ di profondità su una lunghezza di 2^m, cioè può segare al giorno una superficie di $0,16 \div 0,50$ mq. secondo che la pietra è dura o tenera. Pei marmi e pietre calcari in genere, $0^{mq},40$.

338. Segatura a macchina. — Telaio da sega orizzontale, con $1 \div 30$ lame (lame non dentate, con acqua e sabbia fine). — Numero colpi $60 \div 100$ al 1′. Corsa $0^m,50 \div 0^m,60$ qualunque sia la lunghezza del masso (sino a 3^m e più). Profondità del taglio almeno doppia che nella segatura a mano; superficie segata al giorno e per lama $0,40 \div 1$ mq. per pietre dure o tenere. — Forza per cadauna lama 0,08 a 0,14 cav. secondo la durezza e la velocità.

10. CARTIERE

(Note del professore Saldini)

339. Materie prime. — Si impiegan paste ricavate da cenci, mescolate a paste succedanee come la cellulosa (ottenuta chimicamente col bisolfito di calcio fatto agire a caldo su legno di abete o pioppo entro lisciviatori chiusi), la pasta di legno sfibrato meccanicamente, la pasta di paglia, di canapuli, ecc.

340. Forza, produzione, acqua.

Forza. — $150 \div 200$ cavalli per ogni macchina continua piana, a seconda della maggior o minor importanza dell'allestimento o finimento della carta.

Produzione. — Produz. di una macch. continua piana, variabile collo spessore della carta e la largh. della tela; in media $10000 \div 12000$ quintali all'anno. — Produz. di una macch. tonda $700 \div 900$ quintali al giorno di 24 ore.

Acqua: $1200 \div 1500$ litri al 1′ per ogni macch. continua (compresi tutti gli apparecchi).

341. Paste di legno.

Pasta meccanica. — Apparecchi capaci di dare in media $1000 \div 1200$ kg. di pasta secca al giorno, pari a 2500 kg. di pasta umida al 60 % d'acqua, come si mette spesso in commercio. — Legno necessario $2500 \div 3500$ kg. — Forza 8 cav., acqua $30 \div 35$ litri, per quintale di pasta secca in 24 ore.

Pasta chimica (cellulosa). — Apparecchi capaci di dare in media 1000 kg. di pasta al giorno di 24 ore. — Peso di legno verde consumato, $8 \div 10$ volte quello della pasta asciutta. — Forza $= 1/4 \div 1/5$ di quella richiesta dalla pasta meccanica, salvo il caso che si usi l'imbianchimento elettrico, in luogo di quello all'ipoclorito di calcio. — Vapore $750 \div 800$ kg. all'ora, a $2\ 1/2 \div 3$ atm.

11. MOLINI

(Note fornite dal prof. Saldini)

342. Peso dei cereali e sfarinati. — Un ettolitro pesa:

Frumento	kg. 70 ÷ 83	Grano turco	kg. 68 ÷ 80
Spelta (farro)	» 41 ÷ 47	Semolini (*gries*)	» 68 ÷ 69
Segale	» 66 ÷ 82	Semolini minuti (*dunst*)	» 50 ÷ 56
Orzo grosso	» 60 ÷ 73	Farine di rottura	» 45 ÷ 47
Orzo comune	» 50 ÷ 55	Farine	» 43 ÷ 46
Orzo d'inverno	» 53 ÷ 60	Crusca fine	» 26 ÷ 28
Avena	» 36 ÷ 56	Crusca grossa	» 18 ÷ 19

Un moggio milanese = ettol. 1,462; peso medio di un moggio frumento = 112 ÷ 114 kg.; grano turco 102 ÷ 106. — Un tomolo di Puglia = ettolitri 0,555.

343. Rendita di farina. — Colla macinazione graduale di grani teneri asciutti e puliti (miscela media 50 % grani nazionali e 50 % esteri) 100 kg. di grano danno: 75 ÷ 76 kg. di farine di ogni genere, di cui 70 ÷ 71 di marca *B*; 22 kg. crusca; 2 kg farinaccio e calo. — Per grani duri, puliti e asciutti: 65 ÷ 66 kg. di semole in grane grosse e fine, 16 ÷ 17 kg. di farine, e 18 kg. di crusca.

344. Immagazzinamento del grano. — *Silos* o cassoni di legno, ferro, muratura, o misti; sez. rettangolare, quadrata, esagon., circolare. — Grandi impianti (porti, centri di produz. granaria): cassoni di 10 ÷ 15 mq di sez. e 15 m. altezza utile, capaci insieme di 200 ÷ 300 mila quintali, con servizi di carico, scarico, pesatura e pulitura eventuale. — Impianti minori per molini: capacità per 30 ÷ 60 giorni di scorta; elevatori a tazze pel caricamento, messi entro apposita torre; costruzione in muratura; coclee inferiori e nastri superiori pel movimento del grano.

345. Forza assorbita. — Cav. effettivi 8 ÷ 9 per quintale macinato all'ora, per molini automatici di grano tenero, compresa pulitura e immagazzinamento meccanico. — Cav. eff. 7 per molini meno complessi e non automatici. — Cav. 5 per molini di grano duro (mancano le rimacine). — La pulitura sola richiede 1,5 ÷ 2 cav. per quintale-ora.

12. PILERIE DI RISO

346. Peso specifico e rendita del riso. — Peso medio del risone = 50 ÷ 60 kg. per ettol.; del riso sbramato 77 ÷ 80 kg., del riso brillato 80 ÷ 85 kg. — Un quintale risone dà in media: riso spuntato $96^k,5$; riso sbramato $76^k,3$; riso bianco mercant. $66^k,8$; camolino $62^k,5$; brillato *A* 59^k; brillato *stella* 55^k. I cascami si compongono di mezzo riso, risino, pula, pulino, crusche di lavorazione.

1 sacco milanese = ettol. 1,46; 1 sacco vercellese = ettol. 1,40.

347. Forza ed area complessiva. — Per produrre 100 quintali riso bianco mercantile, oppure 45 quintali riso brillato, occorre una forza complessiva di 25 cavalli e un'area complessiva di locali di 1000 mq.

13. OLIERIE

348. Olierie di semi.

Peso di un ettolitro di semi e rendita massima d'olio.

Seme	Peso di 1 ett.	Olio p.100 k.	Seme	Peso di 1 ett.	Olio p.100 k.
	kg.	kg.		kg.	kg.
Colza	68-69	40-44	Arachidi col guscio	35	57
Ravizzo	72,5	26	Lino	70-80	24-26
Ravizzone	66,8	41	Canape	56	31
Sesamo	62	50-51	Cotone	63	24
Arachidi sgusciate	62	50,5	Papavero	59-66	39-48

Produzione. — Supposta una torchiatura preparatoria a 24 ÷ 28 mila kg. di pressione, la produzione per cadaun torchio estrattore (diam. 0,35 ÷ 0,40 m., corsa 0,60 ÷ 0,65 m., carico 70 ÷ 100 kg. farina di semi, durata di un'operazione, compreso carico e scarico, 1 $^1/_2$ ÷ 2 ore) sarà di 12 ÷ 20 kg. olio all'ora, a lavoro continuo. — Estrazione con due pressioni, la prima a 60 ÷ 100 atm., la seconda a 300 ÷ 400.

Forza complessiva. — 1 cav. ogni 0,25 ÷ 0,30 ettol. di seme pressato all'ora (2 ÷ 2,5 cav. per torchio, a lavoro continuo).

349. Olierie d'ulive.

Peso specifico e rendita. — Peso di un ettol. d'ulive fresche 42 ÷ 44 kg. l'eso d'olio ottenuto da 100^k di ulive fresche 15 ÷ 22 kg.

Produzione per torchio (diam. stant. 0^m,24 ÷ 0^m,32, press. 200 ÷ 300 atm.): 2,5 ÷ 3 ettol. ulive pressate per ogni operazione. Due torchiature, la 2^a con acqua bollente.

Forza complessiva per torchio come al N. precedente.

14. ILLUMINAZIONE

A. Consumo di luce pubblico e privato

350. Ore di illuminazione stradale. — Il numero di ore d'illuminaz. stradale in un anno varia secondo i casi In Milano, per illuminaz. durante tutta la notte, l'orario medio mensile è il seguente:

Mese	Accens. sera a ore:	Spegn. matt. a ore:	Ore al giorno	Ore al mese	Mese	Accens. sera a ore:	Spegn. matt. a ore:	Ore al giorno	Ore al mese
Genn.	5.30′	7.00′	13.30′	416	Luglio	9.00′	3.15′	6.15′	197
Febbr.	6.00′	6.30′	12.10′	338	Agosto	8.15′	4.00′	8.00′	246
Marzo	7.00′	5.15′	10.15′	317	Settem.	7.15′	4.50′	9.45′	294
Aprile	7.45′	4.00′	8.20′	251	Ottobre	6.15′	5.45′	11.40′	358
Maggio	8.15′	3.30′	7.15′	223	Novem.	5.15′	6.30′	13.15′	396
Giugno	8.50′	3.00′	6.10′	181	Dicem.	5.00′	7.15′	14.00′	438

Totale nell'anno 3655 ore. Per le lampade che si spengono a mezzanotte il numero totale di ore all'anno è 1810.

351. Ore di illuminazione privata.

Luce elettrica. — Il numero medio di ore di illuminazione all'anno per ogni lampada installata dalla Società Edison a Milano fu, nel 1892:

Media generale di tutti i consumatori	ore	560
Caffè e trattorie	»	1600
Circoli	»	1050
Alberghi	»	850
Botteghe, in media	»	650
Uffici, studi, banche	»	270
Appartamenti	»	225

Gas. — Si usa calcolare una media annua generale di 650 ore.

352. Consumo complessivo pubblico e privato.

— A Milano il consumo di gas per abitante all'anno fu, nel 1892, di 55 mc. (4 per l'illuminazione pubblica con 0,01 fiamme per abitante; 51 per l'illuminazione privata, con 0,6 fiamme per abitante). Aggiungendo il consumo di luce elettrica, ragguagliato a mc. di gas, si ha un consumo totale di 80 mc. per abitante (21,5 per l'illuminazione pubblica, 58,5 pei privati). — Nelle piccole città, il consumo annuo di gas può scendere sino a 10 mc. per abitante.

Città estere: Londra circa 150 mc., Parigi 125, Zurigo 45, non compresa l'illuminazione elettrica.

Massimo e minimo consumo mensile. — A Milano il consumo mensile massimo di luce elettrica si verifica in gennaio, ed equivale a circa $^1/_8$ del consumo annuo; il consumo minimo si verifica in giugno ed equivale a circa $^1/_{20}$ del consumo annuo — Negli impianti a gas si ritiene che nel giorno più lungo d'inverno tutte le fiamme installate stieno accese in media ore $3\ ^1/_2$.

353. Quantità di luce necessaria.

Illuminazione stradale. — Secondo che si tratta di illuminazione appena sufficiente o di illuminazione ricca, si calcolerà:

0,033 ÷ 0,1 candele d'incandescenza	per mq. di superf.	stradale
1 ÷ 2,5 candele d'arco	»	stradale

Per gli archi si intende parlare di candele *nominali,* cioè sulla base dell'intensità luminosa *massima* dell'arco (vedi il N. **359**).

A Milano, per l'illuminazione delle vie principali, larghe da 28 a 12 m., si impiegano archi da 2000 candele nominali, collocati in mezzo alla via con candelabri o sospensioni, col foco all'altezza di 7 ÷ 9 m. dal suolo e distanti 50 ÷ 90 m. — L'illuminazione di Piazza del Duomo si fa con 14 archi, corrispondenti a circa 1 candela nominale per mq.

Cortili, spazii aperti. — 0,7 ÷ 1,5 candele nominali d'arco per mq.

Locali diversi, appartamenti, caffè, botteghe, ecc. — Secondo che si tratti di illuminazione sufficiente o ricca, si calcoli:

0,8 ÷ 4 candele d'incandescenza	per mq. di pavimento	
5 ÷ 16 candele d'arco	»	di pavimento

Opifici di filatura. — Filatura di cotone, lana, lino: 0,6 ÷ 1 candele d'incandescenza per mq. pei locali dei filatoi, torcitoi, banchi a fusi, ecc.; 0,25 ÷ 0,5 pei locali dei battitoi e delle carde. Per illuminazione ad arco, 5 a 10 volte tanto. — Filande di seta: 1 candela d'incandescenza, oppure 5 ÷ 7 candele d'arco per mq.

Opifici di tessitura. — 4 ÷ 8 candele d'incandescenza per telaio (una lampada per 2, o 4 telai); o altrimenti: 1 ÷ 2 candele d'incandescenza, oppure 5 ÷ 7 candele d'arco per mq.

Officine meccaniche, fonderie. — 3 ÷ 7 candele d'arco per mq.

Tettoie (*da ferrovia,* ecc.). — 1 ÷ 2 candele d'arco per mq.

Teatri. — Teatro alla Scala, Milano. Illuminazione elettrica ordinaria della sala: 10 candele d'incandescenza per mq. di platea, ossia 0,5 candele per mc. di ambiente; per illuminazione di gala 70 per cento di più. — Illuminazione massima della scena (esclusa la luce ad arco per i balli o per scene speciali: 20 candele d'incandescenza per mq. di scena entro i limiti delle quinte, ossia circa 1,5 candele per mc. di ambiente.

354. Unità di luce. — *Carcel:* quantità di luce d'una lampada a Carcel che bruci 42 grammi d'olio di colza all'ora, con una fiamma alta 40^{mm}. — *Candela:* candela francese o *Etoile,* di stearina (1 *Carcel* = 7,4 candele da 5 al pacco; 1 *Carcel* = 7,6 candele da 6 al pacco); candela tedesca di paraffina (1 *Carcel* = 7,6 candele che consumino gr. 7,5 all'ora cadauna); candela inglese, o *Parliamentary Standard-Candle,* di spermaceti, diam. 22^{mm}, consumo all'ora gr. 7,8, con fiamma alta 45 mm. (1 *Carcel* = 9,5 candele). Quest'ultima è l'unità più generalmente usata; ed è quella adottata nel presente Manuale.

Secondo Violle (esperim. 1884) si avrebbe: 1 Carcel = 7,75 candele Etoile = 7,89 candele tedesche = 8,91 candele inglesi.

Un becco di gas tipo *Bengel* a tubo, che consumi 105 litri all'ora a una pressione di 15 mm. d'acqua, equivale a 1 *Carcel.* — Una fiamma a petrolio a lucignolo tondo, dà circa 1 *Carcel* ogni 30 gr. di petrolio comune consumato all'ora.

B. Illuminazione a gas

355. Becchi di gas. — Fiamme libere a ventaglio: becco N. 7, consumo all'ora 180 litri, intensità luminosa Carcel 1,20; becco N. 6, litri 125, Carcel 1. Becchi a tubo, 180 ÷ 250 litri, Carcel 1,8 ÷ 3. Becchi intensivi, 120 ÷ 600 litri, Carcel 2 ÷ 20.

356. Produzione di gas, coke, catrame.

Gas prodotto da 1000 kg. di carbone:

Boghead Cannel...	mc. gas 420;	peso di 1^{mc} 0^{k},70;	potere illumin.	1,00
Newcastle Cannel.	» 280	» 0^{k},57	»	0,60
Newcastle Pelton .	» 240	» 0^{k},41	»	0,38

Prodotti secondari per 1000^{k} carbone: coke 600 ÷ 650 kg.; catrame 45 a 65 kg.; acque ammoniacali 100 kg.

Consumo di coke pel riscaldamento delle storte:

Grandi officine, forni di 6 e più storte, $28 \div 33$ % del coke prodotto
Piccole officine, forni di $1 \div 5$ storte, $33 \div 50$ % del coke prodotto

357. Officine da gas.

Storte. — In terra refrattaria, durata fino a 24 mesi; in ghisa, durata $3 \div 4$ mesi. — Dimensioni: larghezza $= 0^m,40 \div 0^m,60$; alt. $0^m,31$ a $0^m,45$; lunghezza $= 2^m \div 2^m,80$. — Produzione di gas in 24 ore di lavoro continuo (circa 5 ore ogni carica) = da 80^{mc} a 180^{mc}, cioè 6^{mc} in media ($22 \div 25$ kg. carbone) per carica e per mq. di storta.

Forno. — Ogni forno contiene da 1 a 10 storte in $2 \div 3$ file orizzontali; distanza fra le storte $0^m,16$; distanza delle storte dalla parete interna del forno $0^m,08 \div 0^m,10$; spazio libero davanti al forno 5^m a $7^m,50$. — Superficie griglia per n storte $= 0,02\,n + 0,12$ mq. — Sezione del camino $= 1/2 \div 1/3$ della superficie griglia; sua altezza $= 20^m \div 25^m$ per piccole, 40^m e più per grandi officine.

Bariletto: capacità = circa $1/2$ della capacità delle storte.

Condensatore: superf. $= 1/2 \div 1/3$ della superficie interna delle storte.

Scrubber: diametro $1^m,20 \div 2^m,40$, altezza $3^m \div 6^m$ secondo i casi.

Depuratore: superficie complessiva dei diaframmi $= 1/2 \div 3/4$ della superficie interna delle storte.

Gasometro. — Sia G il massimo consumo giornaliero in mc. (nelle più brevi giornate d'inverno) che è il volume che l'officina deve poter produrre in 24 ore; t il numero di ore durante il quale si consuma il volume G. Si ha la capacità del gasometro:

$$V = G\,\frac{24 - t}{24}; \quad \text{d'ordinario } V = 0,5\,G \div 0,75\,G$$

Nel caso in cui la proporzione fra il numero delle storte e il volume di gas da produrre non sia tale da richiedere una produzione continua (caso delle piccole officine per opifici, ecc.) basta che il gasometro possa contenere il volume preparato prima che cominci l'illuminazione.

Altezza del gasometro = 0,5 del diametro. — Lamiere di $2 \div 3$ mm. (vedi N.i **201**, **254**). — Pressione effettiva al gasometro; d'ordinario $80 \div 100$ mm. d'acqua; al minimo 65 mm., al massimo 150 mm.

358. Condotta. — Si calcola colle formole e coi dati dei numeri **86-88**. La seguente tabella, calcolata secondo quelle formole, dà il numero dei becchi da 120 litri che si possono alimentare con una perdita di pressione di $0^{mm},01$ d'acqua per metro corrente di condotta. Se si può, o si deve ammettere una perdita di pressione differente, cioè di y_1^{mm} per metro corrente invece di $0^{mm},01$, si moltiplicheranno i numeri della tabella per $10\sqrt{y_1}$; ossia circa per:

per y_1 = mm.	0,7	1,4	2	2,5	3	4	5
	0,005	0,02	0,04	0,06	0,10	0,16	0,25

Il volume di gas all'ora si ottiene moltiplicando il numero dei becchi per 120 litri, pel caso del gas comune. Se si tratta di gas ricco (petrolio o *boghead*) il numero dei becchi può essere anche triplo di quello dato dalla tabella (a 40 litri per becco).

XCIII. — Condotte di gas

Diam. tubo	Numero becchi	Diam. tubo	Numero becchi	Diam tubo	Numero becchi	Diam. tubo	Numero becchi
mm.		mm.		mm.		mm.	
6	0,25	**44**	38	**114**	424	**228**	2360
13	1,8	**51**	56	**127**	545	**254**	3090
19	4,7	**63**	94	**140**	696	**305**	4830
25	9,4	**76**	150	**153**	870	**381**	8490
31	16	**89**	224	**178**	1260	**457**	13400
38	27	**102**	315	**203**	1725	**610**	27500

Se i condotti non sono orizzontali, la pressione all'estremità del condotto aumenta nei condotti ascendenti e diminuisce nei discendenti (indipendentemente dalla perdita precedente) di $0,7 \div 0,8$ mm. per ogni m. di dislivello (nelle case, ogni piano corrisponde quindi a circa 3 mm. di aumento di pressione). Conviene dunque porre il gasometro nel punto più basso della rete di distribuzione.

La perdita per fughe lungo la rete si calcola $3 \div 10\ \%$ secondo la lunghezza.

Tubi generalmente di ghisa (v. tabella LXVIII); soltanto per piccoli diametri al disotto di 50^{mm} e per condotti non interrati, si impiega il ferro od il piombo (tabelle LXIX, LXXI). Lungo le strade si interrano i tubi fino a $1^m \div 1^m,25$ sotto il suolo, con una pendenza di almeno $2^{mm},5$ per m. verso i sifoni, che si collocano nei punti più bassi, ma a profondità non $> 2^m$.

C. Illuminazione elettrica

359. Lampade elettriche.

a) Lampade ad arco. — Archi a corrente continua: forza elettromotrice ai poli della lampada $45 \div 50$ Volt. Come intensità luminosa, bisogna distinguere fra l'intens. massima I_n (intens. *nominale* o *convenzionale*), che ha luogo nel cono proiettato dal carbone positivo, e la intens. effettiva I_e (*media sferica*) che è all'incirca $0,30 \div 0,40$ della *nominale*. Per l'intens. i della corrente, i valori di I_n I_e e il diam. d dei carboni si possono ritenere press'a poco i dati seguenti:

i = Ampère	5	10	15	20	30	40	50	60	80	100
I_n = candele	600	1800	3200	4000	6000	8000	10500	13000	20000	30000
I_e = candele	250	700	1250	1600	2500	3500	4500	6000	10000	15000
d = mm.	8	11-12	12-13	14-15	16	18	20	20-25	25-30	30

Consumo dei carboni all'ora per lampada di intens. media: carbone positivo $40 \div 60$ mm., carbone negativo $20 \div 30$ mm.

Archi a corrente alternata: forza elettromotrice $35 \div 37$ Volt:

Intensità corrente.. $i =$	8	12	16	24	32	Ampère
Intens. lumin. media $I_c =$	300	600	1000	1800	3000	candele

b) Lampade a incandescenza. — Intens. luminosa ordinaria, secondo i tipi, da 8 sino a 50 candele; forza elettromotrice ordinaria $50 \div 60$, oppure $100 \div 120$ Volt. Consumo di energia, $3 \div 4{,}5$ Watt per candela (N. **15**); d'onde dividendo per i Volt di forza elettromotrice si ha la corrente richiesta in Ampère. Così, per es., una lamp. Edison da 16 candele, a 3,1 Watt per candela e a 105 Volt, richiede 0,47 Ampère.

La durata delle lamp. varia colla qualità (media durata a Milano nel 1892, 750 ore); essa diventa più che doppia se si abbassa la forza elettrom. a 3 % meno, ossia l'intensità luminosa a 20 % meno della normale; e meno che metà, se si eleva la forza elettrom. a 3 %, ossia l'intens. luminosa a 20 % più della norm.).

c) Forza richiesta dalle lampade elettriche. — Dividendo per 736 i Watt (Ampère × Volt) richiesti da una lampada, si ha la forza in cav. per lampada. — Così, per es., con lamp. a incandescenza Edison a 3,1 Watt per candela, si richiedono cav. 0,0042 per candela, ossia si hanno 240 candele per cav. — Un arco a corrente continua di 10 Ampère a 48 Volt, cioè 480 Watt, richiede circa $^2/_3$ di cav.; ossia si hanno circa 1100 candele di intensità luminosa effettiva (media sferica) per cav. Un arco a corrente alternata di 16 Ampère a 36 Volt richiede circa $^1/_3$ di cav., ossia dà 1250 candele circa di intensità luminosa effettiva per cavallo. — In questi calcoli si tratta di Watt effettivamente consumati dalle lampade, e quindi non è inclusa l'energia perduta nella condotta e nella resistenza compensatrice, se c'è (N. **360**).

d) Assorbimento di luce attraverso ai globi: vetro chiaro 10 %; leggermente smerigliato 30 %; fortem. smerigliato od opalino $40 \div 50$ %.

e) Calore emesso: archi in media 1, incandescenza in media 4,50 calorie per candela-ora (il gas darebbe $50 \div 80$ calorie per cand.-ora).

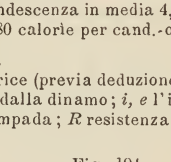
360. Disposizione delle lampade.

Sia: J, E l'intensità e la forza elettromotrice (previa deduzione delle perdite nei conduttori) della corrente fornita dalla dinamo; i, e l'intens. e la forza elettromotrice richiesta da una lampada; R resistenza totale delle lampade in circuito.

1) Lampade in serie (fig. 194); sistema adatto specialmente per lampade ad arco: D dinamo, a_1 a_2, ecc. lampade. Si ha per n lampade in serie:

$$J = i; \quad E = ne; \quad R = n\frac{e}{i}$$

Fig. 194.



2) Lampade in n gruppi da n_1 lampade cadauno, posti in serie (fig. 195):

$$J = n_1 i; \quad E = ne; \quad R = \frac{n}{n_1}\cdot\frac{e}{i}$$

Fig. 195.

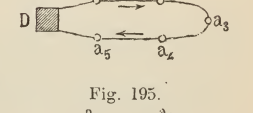


Fig. 196.

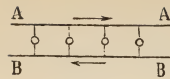
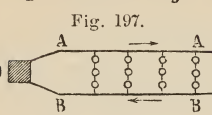


Fig. 197.



3) Lampade in derivaz. (fig. 196, 197) a 1 a 1, oppure con n derivazioni di n_1 lampada cadauna: sistema applicabile sia all'arco che all'incandescenza, o ad ambedue insieme, interponendo nella derivazione degli archi una resistenza che compensi la differenza fra la forza elettromotrice disponibile sulla derivaz. e quella necessaria agli archi. D dinamo, AA filo d'andata, BB filo di ritorno. Si ha:

$$J = ni; \quad E = n_1 e; \quad R = \frac{n_1}{n} \frac{e}{i} \quad (n_1 = 1 \text{ nel caso della fig. 196}).$$

Per la disposizione in serie, J deve mantenersi costante, ed E si deve poter variare secondo il numero delle lampade accese. Per la disposizione in derivazione, invece, si deve fare J variabile col numero delle lampade accese, mantenendo costante E.

361. Conduttori. — Resistenza elettrica, peso e capacità di corrente, vedi N.i ***17*** e ***20*** e tabella XX (pag. 63-66).

Calcolazione dei conduttori. — Per calcolare la sezione di un conduttore di rame di L^m di lunghezza, che debba portare una corrente di J Ampère con una differenza di potenziale di E Volt, si determinerà dapprima la sua resistenza R, poi la sua sezione A colle:

$$R = {}^{E}/_{J} \text{ Ohm}; \quad A = 0{,}017 \; {}^{L}/_{R} \text{ mmq.}$$

Il coeff. 0,017 corrisponde in media al rame elettrolitico in commercio. Si osserverà quindi se ${}^{J}/_{A}$ (corrente per mmq. di sezione) sta nei limiti indicati al N. ***20***, modificando opportunamente, in caso contrario, il valore di E. — Per altri metalli, vedi tabella XIX, pag. 64.

Si abbia, per es., da calcolare la sezione del conduttore per portare la corrente, mediante un circuito lungo 400^m fra andata e ritorno, a un gruppo di 50 lampade Edison da 16 candele richiedenti una corrente di ${}^{1}/_{2}$ Ampère a 100 Volt, con una perdita sul circuito di 8 Volt, di cui, parte sul filo di andata e il resto sul filo di ritorno. — Il conduttore, dovendo portare una corrente di $50 \times 0{,}50 = 25$ Ampère, con una differenza di potenziale di 8 Volt sopra 400^m, dovrà avere una resistenza $R = {}^{8}/_{25} = 0{,}32$ Ohm; e quindi dovrà avere una sezione:

$$A = 0{,}017 \frac{400}{0{,}32} = 21 \text{ mmq.}$$

a cui corrisponde una corrente di ${}^{25}/_{21} = 1{,}2$ Ampère circa per mmq.; ciò che si accorda bene con quanto è detto al N. ***20***.

362. Sistemi di distribuzione della corrente.

a) Sistema diretto. — La corrente si distribuisce in uno o più circuiti, nei quali trovansi intercalate le lampade sia in serie che in derivazione come al N ***360.***

b) Sistema a tre fili. — Tre conduttori, di cui due congiunti ai poli opposti di due dinamo messe in serie, e il terzo intermedio, congiunto coi due poli adiacenti. Le lampade son distribuite in derivazione metà per parte fra i due conduttori e il filo intermedio. In confronto al sistema diretto con lampade in derivazione, il peso del rame è ridotto a $^3/_8$ a parità di distanza, di numero di lampade e di perdita percentuale di tensione, poichè la sez. dei conduttori è ridotta a $^1/_4$.

c) Sistema ad accumulatori. — Le dinamo di un'officina centrale lavorano continuam. a caricare delle batterie di accumulatori, poste in punti opportuni della rete, dalle quali la corrente è distribuita ai consumatori.

d) Sistema a trasformatori. — Dinamo a corrente alternata con un circuito *primario* ad alta tensione, onde aumentare, in causa della diminuita sez. dai conduttori, il raggio d'azione del sistema. Apparecchi *trasformatori* per convertire la corrente ad alta in corrente a bassa tensione per i circuiti *secondari,* sui quali sono disposte le lampade come nel sistema diretto.

363. Illuminazione con accumulatori. — Si debbano, per esempio, alimentare, per 4 ore, 40 lampade di 16 candele da 0,5 Ampère (ossia fornire $4 \times 40 \times 0{,}5 = 80$ Ampère-ore) a 100 Volt. — La tensione normale di un elemento essendo 2 Volt (N. **23**, pag. 67) si adotterà una batteria di 50 elementi in serie, con una scorta di almeno 3 elementi per provvedere al decrescimento di tensione in fine di scarica.

Scaricando in ragione di 1 Amp.-ora per kg. di piombo, si richiedono:

$$\frac{80 \text{ Ampère-ore}}{4 \text{ ore}} = 20 \text{ kg. di pb. per ogni elemento};$$

il che corrisponde a una capacità utile di 4 Amp.-ore per kg. di pb.

Volendo caricare in ragione di 0,75 Ampère per kg. ossia 15 Ampère per elemento, e calcolando 0,80 il rendimento dell'accumulatore, si richiederanno per la carica ore:

$$\frac{80}{0{,}80 \times 15} = 7 \text{ ore circa.}$$

La batteria avrà, compresi gli elementi di scorta, 1060 kg. di piombo, quindi peserà, coi recipienti, ecc. (N. **23**) circa $^{1060}/_{0{,}75} = 1410$ kg.

364. Calcolazione delle reti di distribuzione.

1° Caso. *Circuito a corrente costante sul percorso:* vedi N. **361**.

2° Caso. *Circuito con derivazioni, aperto.*

La fig. 199 rappresenti il conduttore d'andata del circuito aperto delineato schematicamente nella fig. 198. Sieno:

$R_1\ R_2\ R_3\ R_4 \ldots$ le resistenze del conduttore dall'origine del circuito ai punti di derivazione;

Fig. 198.

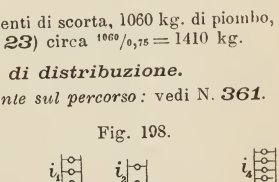
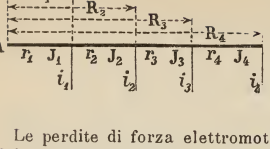


Fig. 199.

$r_1\ r_2\ r_3\ r_4 \ldots$ le resistenze dei successivi tronchi;

$J_1\ J_2\ J\ J_4 \ldots$ le intens. della corrente che percorre i successivi tronchi;

$i_1\ i_2\ i_3\ i_4 \ldots$ le correnti derivate nei diversi punti.

Le perdite di forza elettromotrice (o cadute di potenziale) in cadauno dei successivi tronchi, compreso andata e ritorno, sono:

$$V_1 = 2\,J_1\,r_1 = 2\,(i_1 + i_2 + i_3 + i_4 + \ldots.)\,r_1 \text{ Volt}$$
$$V_2 = 2\,J_2\,r_2 = 2\,(i_2 + i_3 + i_4 + \ldots.)\,r_2 \quad »$$
$$V_3 = 2\,J_3\,r_3 = 2\,(i_3 + i_4 + \ldots.)\,r_3 \quad »$$
$$V_4 = 2\,J_4\,r_4 = 2\,(i_4 + \ldots.)\,r_4 \quad »$$

ecc., ecc.

La perdita totale (da fissarsi eguale a una piccola frazione della forza elettromotrice disponibile alla dinamo) sarà quindi:

$$V = 2\,(J_1\,r_1 + J_2\,r_2 + J_3\,r_3 + J_4\,r_4 + \ldots.) =$$
$$= 2\,(i_1\,R_1 + i_2\,R_2 + i_3\,R_3 + i_4\,R_4 + \ldots.).$$

Se la sez. del conduttore è costante ed $= a$ mmq., si avrebbe:

$$V = 2 \cdot \frac{0{,}017}{a}\,(i_1\,L_1 + i_2\,L_2 + i_3\,L_3 + i_4\,L_4 + \ldots.)$$

essendo $L_1\ L_2\ L_3\ L_4 \ldots.$ le distanze in m. delle derivazioni dall'origine.

Se il filo di ritorno avesse andamento e lunghezze diverse di quello di andata, bisognerebbe calcolare separatamente l'andata e il ritorno sempre colla medesima regola.

Le singole derivazioni si calcolano come il circuito principale.

Se si trattasse di distribuzione a tre fili, il calcolo sarebbe lo stesso, applicandolo al circuito formato dai due conduttori esterni. Quanto al conduttore intermedio, gli si dà abitualmente una sezione eguale a quella degli altri due, il che è più che sufficiente; anzi in alcuni casi, quando, cioè, non si prevede un sensibile squilibrio nei numeri di lampade inserite fra cadauno dei due conduttori esterni e il conduttore intermedio, gli si dà una sezione anche minore. Qualche volta lo si mette a terra.

La calcolazione del circuito rappresentato dalle fig. 198 e 199 si può fare in guisa da soddisfare alla condizione della massima economia nel peso dei conduttori. In tal caso la sezione del conduttore non sarà costante, ma varierà da tronco a tronco, e si calcolerà nel modo che segue: sieno:

$$a_1\ a_2\ a_3\ a_4 \ldots, \quad l_1\ l_2\ l_3\ l_4 \ldots.$$

le sezioni in mmq. e le lunghezze in metri dei singoli tronchi percorsi, come sopra, dalle correnti $J_1\ J_2\ J_3\ J_4 \ldots$; e sia V, come sopra, la perdita totale di potenziale. — Per l'economia dovrebbe essere:

$$\frac{a_1^2}{J_1} = \frac{a_2^2}{J_2} = \frac{a_3^2}{J_3} = \frac{a_4^2}{J_4} = \ldots.$$

in conseguenza di che, le sezioni dei successivi tronchi si determinano colle:

$$a_1 = 2 \cdot \frac{0{,}017}{V} \Sigma\, l \sqrt{J} \cdot \sqrt{J_1}$$

$$a_2 = 2 \cdot \frac{0{,}017}{V} \Sigma\, l \sqrt{J} \cdot \sqrt{J_2}$$

$$a_3 = 2 \cdot \frac{0{,}017}{V} \Sigma\, l \sqrt{J} \cdot \sqrt{J_3} \quad \text{ecc., ecc.}$$

in cui: $\Sigma\, l \sqrt{J} = l_1 \sqrt{J_1} + l_2 \sqrt{J_2} + l_3 \sqrt{J_3} + l_4 \sqrt{J_4} + \ldots.$

Esempio. — Da un circuito principale si fanno le derivazioni per cinque gruppi di lampade o circuiti secondarii, di 200, 80, 100, 40, 60 lampade da 0,5 Ampère alla tensione media di 100 Volt. Le derivazioni distano dalla dinamo rispettivamente 80, 200, 240, 300, 400 metri. Si voglia adottare un conduttore di sezione costante, e determinare questa sezione perchè la perdita totale sia di 10 Volt, ossia 10 % della tensione utile. Si ha in questo caso:

$$10 = 2\,\frac{0{,}017}{a}\,(100 \cdot 80 + 40 \cdot 200 + 50 \cdot 240 + 20 \cdot 300 + 30 \cdot 400)$$

d'onde $$a = 156{,}4 \text{ mmq.}$$

Se si trattasse d'una conduttura a tre fili, il potenziale sarebbe doppio e la corrente richiesta dalle singole derivazioni sarebbe la metà. Volendosi perdere ancora il 10 % della tensione utile, cioè 20 Volt, si avrebbe la sezione del conduttore dalla:

$$20 = 2\,\frac{0{,}017}{a}\,(50 \cdot 80 + 20 \cdot 200 + 25 \cdot 240 + 10 \cdot 300 + 15 \cdot 400)$$

$a = 39{,}1$ mmq. (cioè $^1/_4$ della sezione precedente).

Vogliasi ora calcolare il medesimo circuito preso ad esempio, col principio della massima economia. In tal caso abbiamo:

$$\Sigma\, l \sqrt{J} = 80 \sqrt{240} + 120 \sqrt{140} + 40 \sqrt{100} + 60 \sqrt{50} + 100 \sqrt{30} = 4032$$

$$a_1 = 2 \cdot \frac{0{,}017}{10}\, 4032 \sqrt{240} = 212 \text{ mmq.}$$

$$a_2 = 2 \cdot \frac{0{,}017}{10}\, 4032 \sqrt{140} = 162 \quad »$$

$$a_3 = 2 \cdot \frac{0{,}017}{10}\, 4032 \sqrt{100} = 137 \quad »$$

$$a_4 = 2 \cdot \frac{0{,}017}{10}\, 4032 \sqrt{50} = 97 \quad »$$

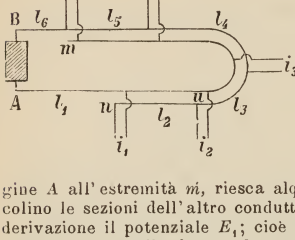
$$a_5 = 2 \cdot \frac{0{,}017}{10}\, 4032 \sqrt{30} = 75 \quad »$$

L'economia ottenuta rispetto alla soluzione precedente con sezione costante di 156,4 mmq., è di 12 per cento.

3° Caso. *Circuito con derivazioni a potenziale costante.*

Si può mantenere costante il potenziale alle singole derivazioni colla disposizione della fig. 200. Sia:

Fig. 200.



E la forza elettromotrice, o il potenziale alle origini AB del circuito;

E_1 il potenziale alle derivazioni, da mantenersi costante;

$i_1\ i_2\ i_3 \ldots$ le correnti derivate.

Partendo dal polo A (quello più distante dalle derivazioni) si fissino ad arbitrio le sezioni dei successivi tronchi del conduttore Am, in modo però che la perdita di tensione sul medesimo, dall'origine A all'estremità m, riesca alquanto minore di $E - E_1$. Indi si calcolino le sezioni dell'altro conduttore Bn in guisa da dare ad ogni derivazione il potenziale E_1; cioè in modo che per ogni derivazione, come per es. quella fatta nel punto u, si abbia:

$$\text{perdita lungo } Bu + \text{perdita lungo } Au = E - E_1.$$

Esempio. — Si tratti di un circuito a 5 derivazioni; e sia:

$$i_1 = 1;\quad i_2 = 2{,}5;\quad i_3 = 2;\quad i_4 = 1;\quad i_5 = 1{,}5 \text{ Ampère};$$
$$l_1 = 60;\quad l_2 = 40;\quad l_3 = 30;\quad l_4 = 50;\quad l_5 = 40;\quad l_6 = 20 \text{ metri};$$
$$E = 110;\quad E_1 = 105 \text{ Volt}.$$

Ritenuto di perdere 4,75 Volt da A ad m sul conduttore Am, si può, per es., stabilire che la perdita cresca da A ad m press'a poco in proporzione della distanza. Si fissino quindi le perdite nei punti di derivazione 1, 2, 3, 4, 5 come segue:

$$1{,}25;\quad 2{,}25;\quad 3;\quad 4;\quad 4{,}75 \text{ Volt}$$

in base alle quali si hanno le sezioni dei singoli tronchi di Am colle:

$$a_1 = \frac{0{,}017}{1{,}25}\, l_1\,(i_1 + i_2 + i_3 + i_4 + i_5) = 6{,}5 \text{ mmq.}$$

$$a_2 = \frac{0{,}017}{2{,}25 - 1{,}25}\, l_2\,(i_2 + i_3 + i_4 + i_5) = 4{,}8 \text{ »}$$

$$a_3 = \frac{0{,}017}{3 - 2{,}25}\, l_3\,(i_3 + i_4 + i_5) = 3{,}1 \text{ »}$$

$$a_4 = \frac{0{,}017}{4 - 3}\, l_4\,(i_4 + i_5) = 2{,}1 \text{ »}$$

$$a_5 = \frac{0{,}017}{4{,}75 - 4}\, l_5\, i_5 = 1{,}4 \text{ »}$$

Perchè il potenziale sia costante per tutte le derivaz. ed $= 105$ Volt, le perdite nei punti 1, 2, 3, 4, 5 sul conduttore Bn dovranno essere:

$$3{,}75;\quad 2{,}75;\quad 2;\quad 1;\quad 0{,}25 \text{ Volt}$$

in base alle quali si calcoleranno le sezioni b_6, b_5, b_4, b_3, b_2 del conduttore $B\,n$ a partire da B colle:

$$\frac{0{,}017}{b_6}\,l_6\,(i_5+i_4+i_3+i_2+i_1)=0{,}25 \quad ; \quad b_6=10{,}9 \text{ mmq.}$$

$$\frac{0{,}017}{b_5}\,l_5\,(i_4+i_3+i_2+i_1)=1-0{,}25 \quad ; \quad b_5=5{,}9 \;\text{»}$$

$$\frac{0{,}017}{b_4}\,l_4\,(i_3+i_2+i_1)=2-1 \quad ; \quad b_4=4{,}7 \;\text{»}$$

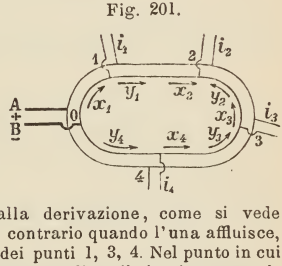
$$\frac{0{,}017}{b_3}\,l_3\,(i_2+i_1)=2{,}75-2 \quad ; \quad b_3=2{,}4 \;\text{»}$$

$$\frac{0{,}017}{b_2}\,l_2\,i_1=3{,}75-2{,}75 \quad ; \quad b_2=0{,}7 \;\text{»}$$

In pratica, dovendosi prendere le sezioni dei fili come trovansi in commercio, ed anche proporzionare la sezione alle tesate, se trattasi di fili aerei, la costanza del potenziale alle derivazioni si raggiungerà soltanto in via approssimativa.

4° Caso. *Circuito con diverse derivazioni, chiuso* (reti alimentate da una coppia di conduttori provenienti dalla dinamo, o da una stazione secondaria di accumulatori o trasformatori).

Fig. 201.



La coppia AB di conduttori di alimentazione (fig. 201) versa in O la corrente in un circuito chiuso, dal quale son prese diverse derivazioni $i_1\ i_2\ i_3\ i_4 \ldots$.

Si indichino colle lettere x, y le correnti che percorrono il circuito a destra e a sinistra di cadauna derivazione Si ritengano dello stesso segno quando ambedue affluiscono alla derivazione, come si vede nella figura per il punto 2; di segno contrario quando l'una affluisce, l'altra si allontana, come è il caso dei punti 1, 3, 4. Nel punto in cui affluiscono (punto 2) si può evidentemente tagliare il circuito senza alterare la distribuzione della corrente a tutte le derivazioni.

Si calcoli una coppia di valori di $x\ y$, per es., $x_1\ y_1$ come segue:

$$x_1=i_1+i_2+i_3+i_4+\ldots\ldots-\frac{\Sigma\, i\,R}{R}\,; \quad y_1=i_1-x_1$$

dove:

$$\Sigma\, i\,R=i_1\,R_1+i_2\,R_2+i_3\,R_3+i_4\,R_4+\ldots.$$

$R=$ resistenza totale del circuito.

Allora si hanno le altre coppie di valori colle:

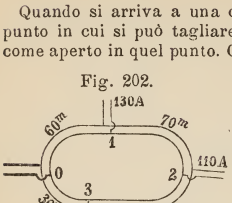
$$x_2=x_1-i_1 \qquad y_2=y_1+i_2$$
$$x_3=x_2-i_2 \qquad y_3=y_2+i_3$$
$$x_4=x_3-i_3 \qquad y_4=y_3+i_4$$

e in generale:

$$x_n = x_{n-1} - i_{n-1} \qquad y_n = y_{n-1} + i_n$$

Quando si arriva a una coppia di valori ambedue positivi, ivi è il punto in cui si può tagliare il circuito; e allora si calcolerà il circuito come aperto in quel punto. Così, se il punto in questione fosse il punto 2, si avrebbero da calcolare, colle norme del caso precedente, due circuiti aperti, ambedue coll'origine in *O*, e terminanti a destra e a sinistra dal punto di taglio 2.

Fig. 202.



Esempio. — Sieno tre le derivazioni, di 130, 110, 150 Ampère; lunghezza dei tronchi 60, 70, 70, 30 metri; sezioni dei tronchi stessi, 314, 254, 251, 254 mmq. (fig. 202).

La resistenza totale del circuito è:

$$R = 2 \times 0{,}017 \left(\frac{60}{314} + \frac{70}{254} + \frac{70}{251} + \frac{30}{254}\right) =$$
$$= 2\,(0{,}00318 + 0{,}00461 + 0{,}00461 + 0{,}00197) = 0{,}02874 \text{ Ohm.}$$

Inoltre si ha:

$$\Sigma\, i\, R = 2\,[130 \,.\, 0{,}00318 + 110\,(0{,}00318 + 0{,}00461) + 150\,(0{,}00318 + 0{,}00461 + 0{,}00461)] = 2\,(0{,}4134 + 0{,}8569 + 1{,}860) = 6{,}2606;$$

$$x_1 = 130 + 110 + 150 - \frac{6{,}2606}{0{,}02874} = +172 \text{ Ampère};$$

$$y_1 = 130 - 172 = -42 \text{ Ampère}.$$

Il taglio non si può dunque fare in 1, essendo x_1, y_1 di segno contrario. In 2 e in 3 si ha:

$$x_2 = 172 - 130 = +42 \qquad y_2 = -42 + 110 = +68$$
$$x_3 = 42 - 110 = -68 \qquad y_3 = +68 + 150 = +218$$

Quindi è in 2 che si può tagliare il circuito; cioè al punto 2 arrivano 42 Ampère dal punto 1 e 68 dal punto 3; mentre nel 1° tronco $O \div 1$ circolano 172 Ampère diretti verso 1, e nel 3° tronco $3 \div O$ circolano 218 Ampère diretti verso 3.

La caduta di potenziale fra *O* e il punto di taglio 2, partendo da *O* tanto verso destra che verso sinistra, sarà:

$$V = 2\,[130\, r_1 + 42\,(r_1 + r_2)] = 2\,[130 \,.\, 0{,}00318 + 42\,(0{,}00318 + 0{,}00461)] = 1{,}48 \text{ Volt};$$

oppure:

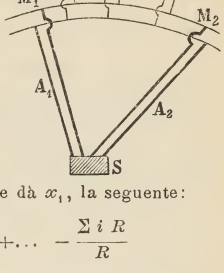
$$V = 2\,[150\, r_4 + 68\,(r_4 + r_3)] = 2\,[150 \,.\, 0{,}00197 + 68\,(0{,}00197 + 0{,}00461)] = 1{,}48 \text{ Volt}.$$

Le esposte calcolazioni suppongono un circuito dato e determinato; se invece si dovessero calcolare le sezioni nei diversi tronchi, si pro-

cederà per tentativi, facendo diverse successive ipotesi e calcolandone le conseguenze col metodo precedente.

Se le coppie di conduttori d'alimentazione sono più di una (come nella fig. 203 dove sono indicate due coppie) e queste son calcolate in modo da rendere eguale il potenziale in tutti i punti di attacco come M_1 M_2, allora il calcolo del tronco M_1 M_2 della rete è identico al precedente; poichè lo si può assimilare a un circuito chiuso, immaginando i due punti M_1 M_2 riuniti fra loro e collegati con un'unica coppia di conduttori alla stazione centrale.

Fig. 203.



Se invece i potenziali in M_1 M_2 son diversi, indicandoli con E_1 E_2 non si avrà che a sostituire alla formola del 4° caso che dà x_1, la seguente:

$$x_1 = \frac{E_1 - E_2}{2R} + i_1 + i_2 + i_3 + i_4 + \ldots - \frac{\Sigma i R}{R}$$

Tutti gli altri valori di y_1, x_2 y_2, x_3 y_3, ecc., restano come nel 4° caso, e così pure il seguito della calcolazione.

Può darsi però che il punto di taglio non si trovi fra M_1 e M_2, ma cada a sinistra di M_1 o a destra di M_2 negli adiacenti tronchi della rete: ciò che sarà facile determinare, sottoponendo successivamente a calcolazione anche questi tronchi.

5° Caso. *Distribuzione con trasformatori, o con stazioni secondarie di trasformatori o accumulatori.* — Stabilito il perimetro da servire con cadaun trasformatore, o con cadauna stazione secondaria di trasformatori o accumulatori, se la località dove collocare i trasformatori o gli accumulatori non è determinata da altre condizioni, la si stabilirà col metodo dato a pag. 38, dove I, II, III, IV.... rappresentino i punti di consumo, e m_1 m_2 m_3 m_4.... gli Ampère in essi consumati.

Collo stesso metodo si stabilirebbe il punto dove collocare la stazione centrale.

I conduttori dalla stazione centrale alle secondarie si calcolano come nel caso 1°; i circuiti delle stazioni secondarie si calcoleranno poi, secondo il caso, colle norme dei casi 2°, 3°, 4°.

15. DATI DI COSTO PER IMPIANTI INDUSTRIALI

365. Spese di dogana (tariffa generale 14 luglio 1887, colle modificazioni convenzionate nei trattati del 1891-2 colla Germania, l'Austria e la Svizzera).

Ghisa greggia e rottame £ 1 al quintale; ghisa in getti greggi, non da mobili, nè da armesi domestici, £ 5; ghisa in getti lavorati, non da mobili, £ 7; ghisa (non da mobili) guernita d'altri metalli, verniciata, smaltata, ecc. £ 12.

Ferro e acciaio greggio £ 4; in verghe il cui minimo lato sia > 7 mm., £ 6; se $\leqq$ 7 e > 5 mm., £ 7; se $\leqq$ 5, £ 9. — In fili di diam. $\leqq$ 5, ma > 1,5 mm., £ 11; se $\leqq$ 1,5 mm., £ 15. — In lamiera, di grossezza $\geqq$ 4 mm., £ 7; se < 4 e > 1,5 mm., £ 10; se $\leqq$ 1,5 mm., £ 12. — In tubi di grossezza $\geqq$ 4 mm., £ 12; se < 4 e > 1,5 mm., £ 14; se $\leqq$ 1,5 mm., £ 17. — In altri lavori greggi, se di peso $\geqq$ 50 kg., £ 9; se di peso < 50 kg., £ 12. — In ruotaie, £ 6.

Ferro e acciaio di 2ª fabbricazione: se fatto con ferri e acciai il cui minimo lato o diam. sia > 7 mm., £ 10.50 a 15.50 secondo che sono ∓ lavorati, oppure verniciati, zincati, ecc.; £ 20 se guerniti, nichelati, laccati, smaltati — Se fatto con ferri di 7 mm. o meno, £ 15.50 a 30. — Acciaio in molle, £ 18.

Lamiere zincate, piombate, galvanizzate, £ 13 ÷ 25 seconda grossezza e lavoraz.; lamiere ondulate, £ 13 ÷ 15 secondo la grossezza.

Utensili e strumenti usuali per arti e mestieri in ghisa, ferro, acciaio, £ 13 ÷ 20.

Rame, ottone, bronzo: in pani £ 4; in verghe a lastre £ 14; in tubi e fili £ 20; in lavori greggi £ 18; in lavori non nominati, £ 30.

Macch. a vapore, fisse senza caldaia, o semifisse con caldaia, macch. ad aria calda o compressa, a gas, a petrolio, £ 12. — Macchine locomobili, £ 9; macchine marine, £ 12.

Caldaie multitubulari, £ 14; altre, £ 12.

Motori ad acqua e a vento, e macch. idrauliche di ogni genere, £ 10.

Macchine agrarie, £ 9; macch. di filatura, £ 8; di tessitura, £ 7; macchine utensili, £ 9; macch. dinamo-elettriche, £ 16 se il peso è > 1000 kg, £ 25 se $\leqq$ 1000 kg.; macch. da cucire, £ 25 ÷ 30; macch. da carta, £ 8; da molini, £ 7; macchine non nominate, £ 10.

Parti staccate di macchine: di ghisa, £ 10; altre, £ 11; d'alluminio, £ 30. — Parti staccate di macch. dinamo-elettriche, £ 25. — Guarnizioni di scardassi, £ 68.

Locomotive senza tender, £ 14; tender e carri-merci, £ 10; carrozze di 3ª classe, £ 14; di 2ª, £ 16; di 1ª, £ 19.

Apparecchi di rame e altri metalli, per scaldare, raffinare, distillare, ecc., £ 18.

Strum. di precisione (fisica, chimica, geodesia, chirurgia, ottica), £ 30.

Fili e cordoni elettrici isolati: senza armatura, £ 60; se con armatura di ferro o altri metalli, compresi i cordoni sottomarini, £ 30.

Accumulatori elettrici, £ 8.

366. Spesa d'imballatura e di posa.

Imballatura: 2 ÷ 5 % del costo secondo il genere della macchina. Le caldaie e i grossi pezzi fusi o fucinati non richiedono imballatura.

Posa (montatura): 3 ÷ 5 % del costo per macch. a vapore, 5 ÷ 15 % per motrici idrauliche, e 5 % in media per trasmiss. e macch. diverse (escluse opere murarie, forniture di materiali, e manualanza ordinaria).

367. Costo di impianti industriali completi (dedotti da impianti eseguiti in Lombardia e Venezia nel periodo 1870-90).

Filature di cotone. — Costo medio per fuso, compreso il fabbricato, ma escluso il motore: £ 90, 67, 50 per titoli medi (inglesi) 12, 20, 40.

Filature di lino e canape. — Costo medio per fuso come sopra £ 120.

Filande di seta. — Costo medio per molino, motore compreso: £ 800 col fabbricato, £. 400 senza.

Filatoi di seta. — Costo medio: £ 22 col fabbricato, £ 9,25 senza, per ogni fuso delle macch. di cui son forniti (inclusa l'incannatura).

Lanifici. — Costo medio per telaio, incluso filatura, apprestamento e motore: £ 8100 col fabbricato, £ 5900 senza.

Tessitorie meccaniche. — Costo per telaio, esclusi fabbricato e motore: stoffe di cotone lisce £ 500 (col fabbricato £ 1300); stoffe di cotone operate, tele di lino e canape, stoffe di seta lisce, £ 1200.

Cartiere. — Costo medio per macchina continua piana, incluso fabbricato e motore, £ 650000.

Molini a cilindri. — £ 1000 per quintale di grano trattato al giorno.

368. Costo della forza motrice.

a) *Forza motrice a vapore.* — Spesa annua per *cavallo di forza effettiva* con una buona macchina a vapore (senza condensaz. sino a 20 cav. circa, con condensazione per forze superiori) tutto compreso, cioè combustibile, servizio, manutenzione, interesse e ammortamento della spesa d'impianto, per 300 giorni di lavoro a 10 ore, ammesso pel carbone il prezzo medio vigente a Milano nel 1892:

Forza effettiva cavalli	5	10	25	50	75	100	200	500
Spesa per cavallo .. £	1020	850	560	420	370	320	260	210

b) *Forza motrice idraulica.* — Costo capitale e prezzo di affitto di un cavallo di forza *nominale,* o *assoluta* (N. **237**).

	Costo, o valor capitale	Canone annuo d'affitto
Canali Cavour e Q. Sella ..... £	——	60 ÷ 80
Canale della Ceronda (Torino) ..... »	1800	——
Grandi opifici recenti con derivazione da un fiume (Lombardia) ..... »	800 ÷ 1200	——
Derivazioni di forze da canali demaniali e privati (Lombardia)..... »	1000 ÷ 3000	50 ÷ 150
Piccole forze (alta Lombardia e Piemonte) ..... »	400 ÷ 800	30 ÷ 60
Idem compreso il motore..... »	1500 ÷ 3000	100 ÷ 200
Idem, entro o presso una città manifatturiera (Milano e Torino)..... »	——	250 ÷ 400
Affitti di forza a domicilio a Sciaffusa e Bellegarde, per cav. *effettivo*.... »	——	150

PARTE AMMINISTRATIVA

1. NORME PER LE COSTRUZIONI IN CONFINE DI PROPRIETÀ

(Codice Civile, Libro secondo, Titolo terzo)

Ogni muro di divisione fra edifizi, fino alla sommità o fino al punto in cui uno degli edifizi comincia ad essere più alto, ed altresì ogni muro di divisione fra cortili, giardini e anche fra recinti nei campi, si presume comune, se non v'è titolo o segno in contrario (Art. 546). La posizione del piovente prevale su tutti gli altri titoli (Art. 547). Anche un fosso in confine si ritiene comune, se non v'è titolo o segno in contrario (Art. 565); si presume però, che spetti al fondo verso il quale praticasi lo spurgo (Art. 566).

Ogni comproprietario può appoggiare le sue costruzioni al muro comune e immettervi travature o chiavi fino alla distanza di $0^m,05$ dalla faccia opposta, salvo all'altro il diritto di far accorciare i travi fino a metà muro, se ha bisogno di immettere travature o aprire incavi nello stesso posto (Art. 551, 552). Non può fare incavi nel muro comune, nè applicarvi nuove opere senza il consenso dell'altro, salvo far peritare, in caso di rifiuto, i mezzi necessari onde l'opera non riesca di danno (Art. 557).

Ogni comproprietario può alzare il muro comune, provvedendo a sue spese alla manutenzione della parte alzata e alle opere occorrenti per conservare al muro la solidità primitiva (Art. 553).

Chi vuol fabbricare un edifizio o anche un muro di cinta sul confine della sua proprietà, può farlo, salvo la facoltà al vicino di rendere comune il muro, pagando la metà valore del muro e del suolo su cui è costrutto, per tutta l'estensione della sua proprietà (Art. 570, 556).

Quand'anche non si fabbrichi sul confine, se non si lascia almeno la distanza di $1^m,50$, il vicino può chiedere la comunione del muro e fabbricare sin contro il medesimo, pagando il valore della metà del muro e quello del suolo che così verrebbe ad occupare; salvo che il proprietario del suolo preferisca di estendere contemporaneamente il suo edifizio sino al confine. — Non volendo il vicino profittare di tale facoltà, deve fabbricare in modo che vi sia la distanza di 3^m dal muro dell'altro. — Lo stesso ha luogo in tutti gli altri casi in cui la fabbrica del vicino si trovi distante meno di 3^m dal confine. — Si reputa nuova fabbrica anche il semplice alzamento di una casa o di un muro già esistente (Art. 571).

Queste disposizioni non sono applicabili agli edifici pubblici, nè ai muri confinanti con piazze e vie pubbliche (Art. 572).

Nelle città e sobborghi si può obbligare il vicino ad erigere a spese comuni sul confine un muro di cinta di 3^m di altezza (Art. 550).

Chi vuol aprire pozzi, cisterne, pozzi neri, fosse di latrina o di concime presso un muro altrui o comune, deve osservare la distanza di 2^m

fra il confine e il punto più vicino del perimetro interno dei detti pozzi, ecc. — Pei tubi da latrina, acquai, trombe, pluviali, o condotte qualsiasi, la distanza deve essere di almeno 1^m. — Se osservate queste distanze, ne derivano ancora danni al vicino, bisogna stabilirle maggiori, oltre la riparazione dei danni (Art. 573).

Chi vuol fabbricare contro un muro comune o divisorio, ancorchè proprio, camini, forni, fucine, stalle, magazzini di sale o materie atte a danneggiarlo, o stabilire in vicinanza alla proprietà altrui macchine a vapore o altri manufatti, per cui siavi pericolo d'incendio, scoppio o esalazioni nocive, deve mantener le distanze stabilite secondo i casi dai regolamenti, o in loro mancanza dall' autorità giudiziaria (Art. 574).

Non si possono scavare fossi o canali, se non osservando una distanza dal confine eguale alla loro profondità; la distanza si misura dal ciglio della sponda più vicina, la quale deve essere a tutta scarpa o munita in sua mancanza di un' opera di sostegno. — Se il canale è in vicinanza a un muro comune, non è necessaria la suddetta distanza, ma bisogna far tutte le opere atte a impedire ogni danno (Art. 575-577).

Per le piantagioni in confine si devono osservare le seguenti distanze: alberi d'alto fusto 3^m; alberi di non alto fusto (alberi fruttiferi, gelsi, salici, ecc.) $1^m,50$; viti, arbusti, siepi vive, gelsi nani, di non più di $2^m,50$ di alt., $0^m,50$; siepi di robinie 2^m, altre siepi (ontano, castag.) 1^m (Art. 579).

Un vicino non può senza il consenso dell' altro fare nel muro comune una finestra od altra apertura, neppure con invetriata fissa (Art. 583).

Il proprietario di un muro non comune contiguo al fondo altrui può aprirvi luci o finestre con inferriate e invetriate fisse. — Queste finestre devono però trovarsi a non meno di $2^m,50$ sopra il suolo del locale da illuminare se è a piano terreno, e di 2^m pei piani superiori. — L'altezza di $2^m,50$ deve osservarsi anche dalla parte che ha sguardo sul fondo vicino (Art. 584, 585).

Chi rialza il muro comune non può nella maggior altezza aprir finestre (Art. 586).

Non si possono aprire vedute dirette o finestre a prospetto, nè balconi o altri sporti verso il fondo e neppure sopra il tetto del vicino, se fra il confine ed il muro in cui si fanno le opere (o la linea esterna degli sporti) non v'è la distanza di $1^m,50$. Questo divieto cessa quando fra le due proprietà v'è una via pubblica. — Non si possono parimenti aprire vedute laterali od oblique se non v'è la distanza di $0^m,50$ fra il confine e il fianco più vicino della finestra o dello sporto, a meno che la veduta stessa non sia contemporaneamente veduta diretta sulla via pubblica (Art. 587-589).

Quando per convenzione o altrimenti siasi acquistato il diritto di aver vedute dirette verso il fondo del vicino, questi non può più fabbricare a distanza minore di 3^m, misurata come sopra (Art. 590).

Ogni proprietario deve costruire i tetti in modo che le pluviali scolino sul suo terreno o sulla via pubblica, ma non sul fondo del vicino (Art. 501).

Le case, i cortili, i giardini, le aje sono esenti dalla servitù di passaggio delle acque (Art. 598).

Oltre alle summenzionate norme, il costruttore deve attenersi ai regolamenti emanati dalle autorità locali.

2. COSTRUZIONI IN CONFINE DI STRADE

(Legge sui lavori pubblici)

Strade nazionali e provinciali. — Distanze di case, edifici, muri di cinta dal ciglio della strada, non $< 3^m$; per fornaci, fonderie, ecc. non $< 50^m$ (Art. 66).

Fossi, canali e scavi devono avere dal ciglio una distanza eguale alla profondità, ma non mai meno di 3^m, misurati dal ciglio esterno del fossato stradale o dal piede della scarpa del rilevato (Art. 68).

Per le piantagioni si devono osservare le seguenti distanze: alberi d'alto fusto e siepi di più di 1^m,50 di altezza, 3^m; siepi di 1^m,50, o meno, almeno 1^m dal ciglio, da misurarsi come sopra (Art. 69).

La minima distanza delle piantagioni è ridotta a 0^m,50 per le strade di montagna (Art. 72).

Obbligo di tagliare i rami delle piante sporgenti sulla strada (Articolo 75).

Strade comunali. — Edifici e cinte anche sul ciglio della strada, purchè lo stillicidio sia diretto altrove (Art. 82).

Scavi, canali e fosse come all'art. 68.

Piantagioni e siepi a distanza di 1^m dal ciglio della strada o del suo fossato se esiste (Art. 81).

Ferrovie. — Edifici e piantagioni distanti 6^m dalla più vicina rotaia; però mai meno di 2^m dal ciglio dello sterro, o dal piede della scarpa del rilevato. Siepi e cinte di non più di 1^m,50 di altezza, 2^m (Art. 225).

Capanne di legno o paglia, o cumuli di materie combustibili, distanti almeno 20^m (Art. 237).

3. DERIVAZIONI DI ACQUE PUBBLICHE

(Legge 10 agosto 1874; Regolam. 9 nov. 1885)

Nessuno può derivare acque pubbliche nè stabilirvi opifici, senza ottenerne concessione (Legge, art. 1). Le concessioni d'acqua a perpetuità non si fanno che per legge. Le concess. di derivaz. da laghi, tronchi fluviali di confine, corsi navigabili, o le cui arginature e sponde sono iscritte fra le opere idraul. di 2^a categoria, sono fatte per decreto reale (art. 2); per tutti gli altri casi sono fatte dal Prefetto della provincia in cui cade la bocca di derivaz., o, in caso di opposiz. proveniente da altre provincie, dal Ministro delle finanze (art. 3). — Le variaz. nell'uso dell'acqua devono essere notificate al Prefetto; ma se importano aumento d'acqua o di forza motrice, oppure una variazione nelle opere autorizzate, devonsi far le pratiche come per una concessione nuova (art. 6, 7, 9). — Il concessionario d'acqua a uso irrigaz. può, previa notifica al Prefetto, servirsene anche per forza motrice; ma l'acqua concessa per forza motrice non può servire per irrigazione senza una speciale concessione (art. 19).

Canone annuo: £ 50 per modulo (100 litri al 1″) per acque potab. o d'irrigaz. senza restituzione di residui; £ 25 se con obbligo di restituz.; £ 0,50 all'ettaro irrigato, se la bocca di derivaz. non può essere modellata; £ 3 per cavallo nominale nel caso di acqua motrice, in base alla caduta ef-

fettivam. utilizzata sul motore (art. 14). In caso d'uso promiscuo per irrigaz. e forza motr., si pagherà il maggiore dei due canoni (art. 19). Per uso promiscuo d'irrigaz. e bonificaz. £ 25 al modulo; per sola bonificazione £ 10 (art. 16). Per acque solamente iemali, metà del canone per l'uso annuo (art. 17). Concessione gratuita ai Comuni e Opere pie per distribuzione gratuita d'acqua potabile (art. 15).

Le domande di concess. si presentano al Prefetto o al Ministro delle finanze per suo mezzo. Se si tratta di grandi derivaz. (cioè per canali navigab., per forze eccedenti 200 cav., per acque potab. o d'irrigaz. eccedenti 30 moduli, per acque estratte a bocca libera sia ad uso d'irrigazione di più di 3000 ettari, sia a uso potab. per più di 30000 abitanti) la domanda deve essere accompagnata da un progetto di massima, contenente (Alleg. *A* al Regolam):

1° una relaz. sulla natura e lo scopo della derivazione e sull'innocuità rispetto ai terzi e al regime del corso d'acqua; colla descrizione delle opere, la quantità d'acqua, il modo di derivazione, di condotta, d'utilizzazione, di smaltimento, ecc.;

2° un piano generale, in scala non minore di $^1/_{5000}$;

3° i profili longitudinali in scala non minore di $^1/_{5000}$ per le lunghezze e di $^1/_{500}$ per le altezze; i profili trasversali in scala non minore di $^1/_{2000}$ e di $^1/_{200}$;

4° i disegni delle opere d'arte, scala $^1/_{200} \div ^1/_{500}$;

5° il calcolo sommario della spesa.

Per le derivaz. minori si richiede: un piano generale, scala non $< ^1/_{3000}$; i profili, scale non $< ^1/_{2000}$ e $^1/_{200}$; una relaz. come sopra.

Per derivaz. di piccola entità, il Prefetto può dispensare dal presentare alcuni documenti. In questo caso gli atti possono anche esser firmati da un architetto, perito, o geometra; mentre nei casi precedenti si richiede la firma d'un ingegnere.

Le domande contemplate dall'art. 2 della Legge sono trasmesse al Ministero; per l'ammissibilità, o meno, delle altre decide il Prefetto, udito il Genio civile. Se il Prefetto respinge la domanda, si può reclamare al Ministero dei lavori pubblici.

Ove la domanda sia ammessa, il Prefetto ne dà comunicaz. alle Deputazioni provinc. e ne fa pubblicaz. nei Comuni aventi interesse; invitando gli interessati a trasmettere le loro osservazioni e intervenire alla visita della località da farsi almeno 8 giorni dopo il termine della pubblicaz., e non meno di un mese dopo la comunicaz. alle Dep. prov.

In detta visita l'ingegnere governativo riconosce la località, sente le opposizioni e redige processo verbale, che accompagna al Prefetto con una relazione contenente il suo avviso sulla derivazione progettata e, nell'affermativa, le modificazioni ed il canone da imporre. Vi unisce anche la proposta dell'atto disciplinare, che determina la quantità di acqua, le norme per l'estraz., la condotta, l'uso, l'eventuale restituz., la durata della concess. e il termine in cui deve essere utilizzata sotto pena di decadenza. Altre condizioni generali dell'atto disciplinare sono: l'obbligo nel concessionario di eseguire le opere in un tempo determinato; di fare tutte le variazioni che in seguito si rendano necessarie; di pagare il canone, quand'anche non usufruisse della concessione. Può però rinunciare alla concess., pagando il canone allo spirar dell'anno

in cui ha fatto rinuncia. Non adempiendosi alle condizioni prescritte, o non pagandosi il canone per due anni, può darsi luogo alla revoca della concessione. In caso di revoca, rinunzia o termine della concess., il concessionario è obbligato a fare a sue spese quelle demolizioni e quei lavori che l'autorità competente reputerà necessari per ristabilire l'alveo in condizioni normali.

Il Prefetto trasmette gli atti al Governo: il quale, sentiti i dicasteri competenti e il Cons. super. dei lav. pubbl., incarica il Prefetto di stipulare col richiedente l'atto pubblico d'obbligaz. Verificata la regolarità di questo, il Min. delle finanze, sentito il Cons. di Stato, promuove od emette il decreto di concess. — Nel caso, però, che si tratti di concessioni contemplate dall'art. 3 della Legge, la concessione è decretata dal Prefetto.

Emanato il decreto, il concessionario, se trattasi di grandi derivaz., dovrà far approvare dal Prefetto i progetti esecutivi delle opere, coi disegni dettagliati, la stima ed eventualmente i capitolati d'appalto (Alleg. B al Regolam.); dopo di che può cominciare i lavori, prevenendone il Genio civile. Compiuti i lavori, il concessionario ne dà parimente avviso, onde l'ingegnere governat. possa procedere al collaudo: emesso il quale il concessionario è abilitato a far uso delle acque.

In caso di variaz. nell'uso dell'acqua, richiedente, per gli art. 7, 9, 19 della Legge, una nuova concess., la domanda e l'istruttoria si fanno come per una concess. nuova. In casi d'urgenza, però, il Prefetto può, sentito il Genio civile, permettere l'esecuzione delle opere necessarie, previa obbligazione del concessionario di sottoporsi alle ulteriori prescrizioni del Governo.

4. DISPOSIZIONI RELATIVE ALLE ACQUE PRIVATE

(Codice civile, Libro secondo, Titolo terzo)

I fondi inferiori sono soggetti a ricevere le acque scolanti naturalmente dai fondi più elevati (Art. 536).

Se dei terreni mancano di scolo naturale, i proprietari dei terreni sottostanti non possono opporsi a che si eseguiscano in essi le opere necessarie per procurare uno scolo artificiale (Legge sulle opere pubbliche, Art. 127).

Il proprietario che intende prosciugare o bonificare le sue terre ha diritto, previo pagamento dell'indennità e col minor danno possibile, di condurre le acque di scolo attraverso ai fondi che lo separano da un corso d'acqua o altro scolatoio (Codice civile, Art. 609). — Se al prosciugamento di un fondo paludoso si opponesse qualcuno avente diritto alle acque che ne derivano e non si potessero con opere opportune conciliare i due interessi, si farà luogo al prosciugamento mediante congrua indennità all'opponente (Art. 612). — I proprietari dei fondi attraversati da canali altrui se ne possono servire per bonificare i loro fondi, purchè non ne venga danno ai fondi già risanati, sopportando le spese occorrenti per modificare le opere già eseguite e una parte proporzionale delle spese fatte prima e di quelle richieste dalla manutenzione delle opere diventate comuni (Art. 610).

Ogni proprietario è tenuto a dare passaggio per i suoi fondi alle acque di ogni specie che vogliano condursi da chi abbia permanentemente o temporariamente il diritto di servirsene per la necessità della vita o per usi agrari od industriali. Sono esenti da questa servitù le case, i cortili, i giardini e le aje (Art. 508). — Bisogna però che l'avente diritto giustifichi che il passaggio richiesto sia il meno pregiudizievole al fondo servente (Art. 602), e paghi il valore di stima dei terreni da occuparsi, senza detrazione delle imposte e altri carichi inerenti al fondo, e col soprappiù del quinto, oltre al risarcimento dei danni (Articolo 603). Se la durata del passaggio delle acque è minore di 9 anni, le suddette somme sono pagate per metà, coll'obbligo di rimettere le cose nello stato primitivo allo scader del termine (Art. 605).

5. ESPROPRIAZIONE IN CAUSA DI UTILITÀ PUBBLICA

(Legge 25 Giugno 1865)

La dichiarazione di pubblica utilità è fatta per legge nel caso di grandi lavori di interesse generale (ferrovie, canali, ecc.). o quando l'esecuzione dell'opera importi un contributo dei proprietari dei fondi contigui. Per le opere provinciali, è fatta dal ministro dei lavori pubblici, quando i progetti devono essere da lui approvati; negli altri casi è fatta dal Prefetto.

Le domande per ottenere la dichiarazione di pubblica utilità devono essere accompagnate da una relazione sommaria e da un piano di massima. Questi documenti rimangono depositati per 15 giorni almeno nell'ufficio Comunale o nell'ufficio di Prefettura del circondario per le eventuali osservazioni od opposizioni (Art. 3-4). Emanato l'atto che dichiara un'opera di pubblica utilità, se ne deve fare il progetto dettagliato da approvarsi dall'autorità competente e da depositarsi come sopra; a meno che non sia già presentato il progetto dettagliato insieme alla domanda (Art. 16, 17, 21).

Al progetto dettagliato si deve unire l'elenco dei beni da espropriare e il prezzo che si offre per essi. I proprietari che accettano il prezzo offerto devono farlo per iscritto; altrimenti il Sindaco procura di accordare amichevolmente fra le parti l'ammontare dell'indennità (Articoli 24-26). Quanto ai proprietari coi quali non si sia potuto convenire, il Prefetto ne trasmette l'elenco al presidente del Tribunale del circondario, che nomina entro 3 giorni uno o tre periti per procedere alla stima (Art. 31, 32).

L'indennità dovuta all'espropriato, nel caso di occupazione totale, consiste nel giusto prezzo che avrebbe l'immobile in una libera vendita; e, nel caso di espropriazione parziale, nella differenza fra il prezzo dell'immobile avanti l'occupazione e quello della parte residua dopo l'occupazione (Art. 39, 40). Altre norme sono indicate nei successivi Articoli 41-46 secondo i diversi casi.

In base alla relazione dei periti, il Prefetto ordina il deposito delle somme risultanti dalla perizia e quindi pronuncia l'espropriazione (Articolo 48). L'opposizione degli espropriati alla stima dei periti e alla liquidazione delle spese deve farsi entro 30 giorni dalla notificazione del decreto prefettizio (Art. 51).

6. INDUSTRIE INSALUBRI E PERICOLOSE

(Legge di pubblica sicurezza 23 Dic. 1888, testo unico approv. con decr. 30 giug. 1889)

Non si possono stabilire manifatture, fabbriche o depositi insalubri o pericolosi, fuorchè nelle località e condizioni determinate dai regolamenti locali. In mancanza di questo, provvede la Giunta municipale sulla domanda degli interessati. — Gli interessati possono ricorrere al Prefetto, il quale provvede, sentito il Consiglio sanitario provinciale o l'ingegnere sanitario (Art. 32).

Contro la decisione del Prefetto è ammesso il ricorso al Ministro dell'interno (Art. 33).

Vedi anche, per le industrie metallurgiche e chimiche, la seguente Legge sulle Miniere, pag. 333.

7. MINIERE

E INDUSTRIE METALLURGICHE E CHIMICHE

(Legge 20 Novembre 1859)

Miniere di minerali metallici, solfo e solfati, allume, asfalti e combustibili fossili.

La ricerca è permessa dal Governo, dietro domanda al Prefetto; essa può venir accordata anche se il proprietario del fondo ricusa l'assenso. La permissione è per 2 anni, con un 3° anno di proroga. Il Prefetto può revocarla, se non si dà principio ai lavori entro 3 mesi, salvo casi di forza maggiore.

Il ricercatore deve: elegger domicilio nel circondario; pagar i danni cagionati dai lavori, anche prestando idonea cauzione, se richiesta dal proprietario; non cedere la permissione senza previo avviso al Prefetto; non esplorare nei luoghi ricinti senza il consenso del proprietario; non trivellare, nè aprir scavi a meno di 100^m dalle abitazioni e di 40^m dai luoghi ricinti, nè praticar sotterranei a meno di 10^m dalle strade; non disporre del materiale estratto senza autorizzazione del Governo.

La miniera è dichiarata scoperta e concedibile con Decreto del Ministero dei lavori pubblici.

La concessione è accordata con Decreto reale allo scopritore, quando ne faccia domanda al Prefetto (con piani in triplo esemplare, scala non $> 1/4000$) entro 6 mesi dalla dichiarazione di scoperta. L'estensione della concessione non può eccedere 400 ettari. — Il concessionario deve presentare al Prefetto un atto di sottomissione entro 3 mesi dal Decreto reale, giustificando anche, quando non sia lo scopritore, di aver soddisfatto lo scopritore.

Tassa fissa annuale di £ 0,50 per ettaro concesso (ma non meno di £ 20) più 5 % del prodotto *netto* della miniera, da far constare da registri vidimati dal Giudice di mandamento, di cui si trasmette l'estratto al Prefetto nel gennaio d'ogni anno, con una copia in duplo del piano a $1/500$ dei lavori eseguiti.

Se i lavori sono abbandonati da 2 anni, il Ministro, previa ingiunzione di un termine per riprenderli, può revocare la concessione.

Coltivazione di torbiere e cave di sabbie, terre, pietre, ecc.

Non può farsi la coltivazione che dal proprietario del fondo o col suo assenso. — Domanda al Prefetto, con piano a $^1/_{500}$ se occorrono lavori sotterranei. — Cave a cielo scoperto da tenersi a più di 20^m dalle abitazioni, località ricinte e vie pubbliche, a più di 50^m dai corsi d'acqua e dalle sorgenti minerali.

Officine metallurgiche e chimiche.

Le officine metallurgiche in genere; le fabbriche di acidi, solfati, sale ammoniaco, cianuri, ecc.; le raffinerie di zolfo, le fabbriche pel trattamento dei combustibili fossili, distillazione asfalti, ecc.; le fabbriche di gas; le fornaci da vetrerie, ceramiche, laterizi, calce, cemento, ecc. non si possono stabilire senza permesso del Prefetto. — Domanda con piani a $^1/_{500}$ (e $^1/_{100}$ per dettagli).

Le fornaci temporanee richiedono l'autorizzazione del Sindaco del Comune.

8. CENSIMENTO

Vecchio catasto di Maria Teresa (per lo Stato di Milano). — Nel vecchio Catasto i *libri censuari* portano l'indicazione del possessore del fondo, la sua qualità, la superficie (pei soli fondi rustici) le coerenze e il suo valore estimale (al 4 % della rendita netta) espresso in scudi, lire, ottavi e quarantottesimi (1 scudo = 6 lire = $^{48}/_8 = ^{288}/_{48}$ = £ 4,608). — Mappe nel rapporto di $^1/_{2000}$. — Unità lineare il trabucco = 6 piedi = 72 oncie = 864 punti = 2^m,611. — Unità superficiale la pertica milanese = 24 tavole = 288 piedi = 3456 oncie = 654^{mq},518.

1 Scudo = £ 4,608; 1 lira (o sesto) = £ 0,768; 1 Ottavo = £ 0,096; 1 quarantottesimo = £ 0,016.

1 Pertica = mq. 654,518; 1 tavola = mq. 27,2716; 1 piede = mq. 2,2726; 1 oncia = mq. 0,1894.

Nuovo censimento del 1828 (attuato già nelle provincie venete ed ex-venete ed esteso in seguito alle provincie lombarde). — Mappe in fogli rettangoli in scala di $^1/_{2000}$ pei fondi rustici, $^1/_{1000}$ pei fondi urbani riportati in fogli allegati, $^1/_{500}$ per i suballegati. — Unità lineare il triplometro = 3^m. Unità superfic. la pertica metrica = 1000^{mq} (1 pertica milanese = 0,6545 della pertica metrica; 1 pertica metrica = pertiche milanesi 1, tavole 12, piedi 8).

Libri censuari. — Nel nuovo Catasto i singoli appezzamenti numerizzati nelle mappe hanno il loro riscontro nei libri censuari dove sono indicati: pei fondi rustici, il possessore, la qualità e la classe del fondo, il numero gelsi e ulivi, la superficie e la rendita attribuita, la quale serve di base all'imposta; pei fondi urbani il possessore, la qualità del fondo e la rendita.

I *numeri* di mappa sono talvolta divisi in numeri *subalterni;* le lettere *consorziali* contrapposte ai numeri indicano se questi sono compresi in un consorzio; le *agraffe* indicano terreni uniti a fabbricati contigui; le *linee rosse* con minuscole rosse accennano divisioni di proprietà notificate dopo l'attuazione del nuovo censo.

In caso di suddivisione, per cui un *numero* di mappa venga diviso in frazioni, a ciascuna delle quali si applica un numero o lettera *subalterna,* la rendita censuaria si proporziona alla superficie pei fondi rustici e alla rendita effettiva ritraibile pei fondi urbani.

Volture. — I passaggi di proprietà o volture si fanno mediante petizione all'Agenzia delle tasse (conservatrice del Catasto) coi documenti e tipi opportuni a comprovarli. Col nuovo censimento le spezzature dei *numeri* di mappa devono essere indicate in disegno con linee rosse, apponendo le lettere alle parti divise.

9. REGOLAMENTO PER LE CALDAIE A VAPORE

(Legge di pubblica sicurezza 23 dicembre 1888; Regol. 3 aprile 1890)

Definizioni.

Agli effetti degli articoli 27 e 28 della legge 23 dicembre 1888, n. 5888 sono considerati caldaie a vapore tutti i recipienti che servono a trasformare i liquidi in vapore ad una pressione più elevata di quella dell'atmosfera (Art. 1 del Regolamento).

È considerata come nuova la caldaia fissa che, sebbene provata anteriormente, forma oggetto di un nuovo impianto, e così pure, qualunque caldaia fissa, semifissa o locomobile, rimessa in servizio dopo un periodo di inattività di oltre due anni (Art. 2).

S'intende per restauro agli effetti di legge qualsiasi riparazione di una parte essenziale o principale della caldaia (Art. 3).

Prescrizioni sulla costruzione e gli accessorii delle caldaie.

Perchè una caldaia a vapore possa esser dichiarata sicura, occorre, oltre alla prova, che risponda alle condizioni seguenti. — Non è ammesso l'impiego della ghisa e delle lamiere d'ottone per le pareti esposte al fuoco, fatta eccezione pei tubi d'ottone di diametro inferiore a 10 centimetri. — È tollerato l'uso della ghisa per le cupole di presa del vapore, le teste dei bollitori, i coperchi di passo d'uomo e degli orifizi di spurgo, i collettori di fango, gli economizzatori, ed altre parti di apparecchi consimili, quando però non sieno circondati dalla muratura nè toccati dal fuoco, e il loro diametro non superi i 70 centimetri (Art. 9).

Ogni caldaia a vapore deve esser munita di almeno due valvole di sicurezza aventi diametro ed alzata sufficienti per potere, alla pressione normale di lavoro, dar sfogo, ciascuna per proprio conto, a tutto il vapore che può essere prodotto (Art. 10).

Nelle caldaie a vapore fisse e semifisse, le valvole devono essere caricate con un peso applicato o direttamente od all'estremità di una leva. Il peso e le lunghezze dei bracci di leva, determinati all'atto della prova, non potranno, per nessun motivo, venire aumentati dall'utente o dal personale da lui dipendente (Art. 11).

Nelle caldaie locomobili può farsi il caricamento delle valvole con molle agenti direttamente o con bilancie a molla applicate alla estremità di leve. In tal caso però le molle dovranno avere tale sensibilità

da permettere, ciascuna per proprio conto, lo sfogo di tutto il vapore prodotto, quando la pressione ordinaria aumenti di $^1/_5$. La corsa della bilancia a molla, determinata all'atto della prova, sarà resa invariabile mediante apposito congegno (Art. 12).

Ogni caldaia a vapore deve essere munita di un buon manometro, graduato in chilogrammi, sul quale sarà indicato con segno facilmente visibile la pressione massima effettiva che il vapore non deve oltrepassare (Art. 13).

Ogni caldaia deve pure essere munita di apposita appendice per l'applicazione di un manometro campione. Tale appendice sarà terminata da un disco anulare di 40 mm. di diam. e di 5 mm. di spessore (Art. 14).

Ogni caldaia a vapore deve essere provveduta di un apparecchio d'alimentazione capace di fornire abbondantemente l'acqua necessaria, ed essere munita di una valvola automatica di ritenuta collocata al punto d'attacco del tubo d'alimentazione sulla caldaia (Art. 15).

Per parecchie caldaie comunicanti potranno bastare almeno due apparecchi d'alimentazione, purchè siano fra loro indipendenti (Art. 16).

Ogni caldaia a vapore deve avere non meno di due apparecchi indicatori del livello dell'acqua, dei quali uno a tubo di vetro, posti ciascuno in comunicazione diretta con l'interno della caldaia e indipendenti l'un dall'altro. — L'indicatore a tubo di vetro deve essere collocato in guisa che ne siano facili la pulitura e il ricambio (Art. 17).

Gli apparecchi di livello devono portare un segno ben visibile indicante il livello minimo che l'acqua può avere nella caldaia (Art. 18).

Per le caldaie fisse questo livello minimo deve stare 8 centimetri più alto della linea superiore dei condotti del fumo. — Per le caldaie locomobili, nella determinazione del livello minimo si deve tener conto delle eventuali oscillazioni, e badare che i condotti del fumo non abbiano mai a rimanere scoperti dall'acqua (Art. 19).

Le disposizioni dell'articolo precedente non sono applicabili a quei condotti pei quali non è da temere l'arroventamento della parte in contatto col vapore (Art. 20).

Prove e visite periodiche.

I periti, incaricati delle visite e prove a termini di legge, saranno scelti dai Prefetti e Sotto-prefetti fra le persone reputate idonee a quest'ufficio, che abbiano ottenuta la laurea d'ingegnere o il diploma di macchinista in una delle scuole del Regno a ciò autorizzate (Art. 4).

Le prove delle caldaie nuove o restaurate sono ordinate dal Prefetto o dal Sotto-prefetto, in seguito a domanda del proprietario della caldaia (Art. 5).

La domanda deve contenere: 1° la designazione del luogo dove deve seguire la prova; 2° l'indicazione del genere d'industria e dell'uso al quale la caldaia è destinata; 3° l'indicazione della massima pressione di lavoro; ed essere accompagnata da un deposito in denaro equivalente alla retribuzione dovuta al perito (Art. 6).

La prova a freddo ha luogo prima che la caldaia sia messa in opera o chiusa da muratura o altrimenti rivestita, e consiste nel sottoporre la caldaia stessa a pressione idraulica, previa chiusura di tutte le aperture. Per le locomobili la prova è consentita col rivestimento (Art. 21).

La prova idraulica si eseguisce al doppio della pressione effettiva d lavoro per le caldaie nelle quali detta pressione è inferiore a 5 atmo sfere ; per le caldaie lavoranti a pressione maggiore la prova idraulica si fa ad una pressione che superi di 5 atmosfere quella normale. — La pressione deve mantenersi per tutto il tempo necessario all'esame della caldaia in ogni sua parte. — La pressione di un'atmosfera si cal cola in ragione di un chilogramma per centimetro quadrato (Art. 22)

Quando la caldaia ha subìto felicemente la prova, senza presentare cioè deformazioni permanenti o fughe, vi si applica un bollo indicante in atmosfere la pressione effettiva che il vapore non deve oltrepassare Questo bollo deve essere collocato in guisa da rimanere sempre visibile allorchè la caldaia è messa a sito (Art. 23, 24).

Dopo la prova, se ne rilascia il certificato su un libretto, che dovrà conservarsi sempre visibile nel locale della caldaia ed essere dato in consegna a chi ha la responsabilità della condotta della caldaia stessa (Art. 25, 26, 27).

Le visite periodiche sono esterne od interne. — La visita esterna consiste nello esame accurato del modo di funzionare della caldaia e dei suoi accessori. — Una prima visita esterna si deve fare per ogni caldaia nuova dopo la prova idraulica. — Le visite successive saranno fatte ad intervalli non maggiori di due anni ed ordinate, con o senza preavviso, dal Prefetto o Sotto-prefetto (Art. 28).

La visita interna ha per iscopo di verificare lo stato delle pareti della caldaia e della chiodatura, la presenza e natura dei depositi, lo stato dei condotti del fumo e delle tubature, e degli altri accessori che non si possono visitare durante il funzionamento della caldaia. — La prima visita interna avrà luogo entro quattro anni dalla prima prova a freddo; le successive saranno fatte ad intervalli non maggiori di quattro anni ed ordinate, con preavviso all'utente, dal Prefetto o Sotto-prefetto (Art. 29).

In occasione della visita interna potrà essere, su dichiarazione espressa del perito, riconosciuta necessaria ed eseguita una nuova prova idraulica. — Si procederà in ogni caso ad una riprova quando non la si sia eseguita nella precedente visita interna (Art. 30).

Il risultato di ciascheduna visita sia interna, sia esterna, e delle riprove sarà registrato sul libretto di cui all'art. 25 (Art. 31).

Le retribuzioni dovute al perito per le prove e visite sono (Art. 32):

Per la prova di una caldaia nuova o restaurata..	£ 30
Per ogni visita esterna.....	» 5
Per ogni visita interna, con o senza prova idraulica	» 25

Per le caldaie aventi meno di 3 mq. di superficie di riscaldamento, le retribuzioni per la prova e la visita interna saranno diminuite di 5 lire, e per le caldaie aventi più di 50 mq. di superficie saranno accresciute di lire 10.

Quando il perito abbia da recarsi per le prove e visite fuori di residenza, gli competeranno inoltre le spese effettive di viaggio (biglietto di prima classe pel percorso su ferrovie, e indennità chilometrica di 35 centesimi a chilometro pel percorso su strade ordinarie; Art. 34).

La mano d'opera, la pompa e quant'altro possa occorrere per la prova o la visita, saranno forniti dal proprietario della caldaia. Al perito spetta provvedersi del manometro campione, da verificarsi almeno una volta all'anno. Quando trattisi di visita interna il proprietario dovrà, d'accordo col perito, far trovare pel giorno fissato la caldaia fredda e pulita dalle incrostazioni e dalla fuligine (Art. 35).

Prove fatte dalle Associazioni fra utenti di caldaie.

Le visite e le prove delle caldaie appartenenti ad Associazioni fra proprietari di caldaie a vapore non potranno essere eseguite che dagli agenti tecnici delle medesime (Art. 36).

A questo effetto, tali Associazioni dovranno sottoporre i loro statuti e regolamenti all'approvazione del Ministero di industria e commercio, e dimostrare che i loro agenti tecnici posseggono i requisiti voluti dall'articolo 4 per l'abilitazione all'ufficio di perito (Art. 37).

Fuochisti.

Nessuna caldaia a vapore può essere posta e mantenuta in azione senza la continua assistenza di persona che presenti i seguenti requisiti: 1° avere l'età minima di 18 anni compiuti; 2° essere di riconosciuta moralità; 3° possedere un certificato di capacità alle funzioni di conduttore di caldaie a vapore (Art. 38).

Il certificato di capacità può essere rilasciato: 1° dalle scuole industriali o d'arti e mestieri a ciò autorizzate; 2° dalle scuole di macchinisti e fuochisti della Regia marina e delle strade ferrate; 3° dalle associazioni fra proprietari di caldaie a vapore di cui all'art. 36; 4° in seguito ad esami che si daranno nelle epoche e nei luoghi che saranno stabiliti dal Ministero di industria e commercio (Art. 39).

Sarà considerato come certificato di capacità agli effetti dell'articolo 38 quello che dimostri avere l'aspirante servito come macchinista o, per non meno di sei mesi, come fuochista nella Regia marina, nella Marina mercantile nazionale o nelle ferrovie, o, per non meno di due anni, come macchinista o fuochista nelle compagnie speciali del Genio militare o nelle officine degli stabilimenti militari (Art. 40).

Spetta ai periti, in occasione delle visite di che agli articoli 28 e 29, di accertarsi che il personale addetto al servizio delle caldaie a vapore possegga i requisiti voluti dall'articolo 38. Del risultato di tale accertamento sarà fatta menzione così nel libretto matricolato, come nel rapporto alla Prefettura o Sotto-prefettura (Art. 41).

Elenco delle caldaie.

Le Prefetture e Sotto-prefetture terranno un elenco alfabetico di tutti gli utenti di caldaie a vapore esistenti nel rispettivo circondario, col numero delle caldaie possedute. A tal uopo in principio d'anno ogni utente farà la dichiarazione alla Prefettura o Sotto-prefettura del numero delle sue caldaie (Art. 42, 43).

Disposizioni transitorie.

Entro tre mesi dall'entrata in vigore del regolamento, gli utenti di caldaie a vapore dovranno denunziare al Prefetto o al Sotto Prefetto il numero e la destinazione delle caldaie da essi adoperate, perchè entro un anno sieno assoggettate alla prova e visita prescritte (Art. 45, 46).

Per gli effetti dell'articolo precedente, saranno tenute valide le prove idrauliche fatte precedentemente, in conformità dell'ordinanza 11 febbraio 1854, nelle provincie della Lombardia e del Veneto. Tale circostanza dovrà però risultare dai documenti da presentarsi dall'utente unitamente alla denunzia prescritta nell'articolo 45. Per le caldaie qui contemplate, verrà per la prima volta eseguita soltanto la visita esterna; in tale occasione, il certificato di prova, da trascriversi sul libretto matricolare, si desumerà dall'antico verbale, e verrà applicato alla caldaia il bollo di che all'articolo 23 (Art. 47).

10. PRIVATIVE INDUSTRIALI NAZIONALI

(Legge 30 ott. 1859 estesa a tutto il Regno colla Legge e col Regol. 31 gennaio 1864)

Disposizioni regolamentari principali.

Un'invenzione o scoperta dicesi industriale (e quindi privilegiabile) quando ha direttamente per oggetto:

1° un prodotto o risultamento industriale;

2° uno strum., macch., ordigno, o disposizione meccanica qualunque;

3° un processo, o metodo di produzione industriale;

4° un motore, o l'applicazione industriale di una forza già nota;

5° l'applicazione tecnica di un principio scientifico, purchè dia immediati risultamenti industriali, nel qual caso la privativa è limitata ai soli risultamenti espressamente indicati dall'autore (§ 3 del Regolamento 31 gennaio 1864; art. 2 della Legge 30 ott. 1859).

Considerasi come nuova una invenzione o scoperta industriale (ciò che dà diritto a un brevetto d'*invenzione*) quando prima non fu mai conosciuta o quando, pur avendosene qualche notizia, ignoravansi i particolari necessari alla sua attuazione (§ 4 regolam.; art. 3 legge).

Una invenzione già privilegiata all'estero, però, quantunque pubblica per effetto della privativa straniera, conferisce al suo autore o ai suoi aventi causa il diritto di ottenerne privativa nello Stato, purchè se ne domandi l'attestato prima che spiri la privativa straniera e prima che altri abbia liberamente importata e attuata nel Regno la stessa invenzione (§ 5 reg., art. 4 legge). — In tal caso trattasi di un brevetto di *importazione*, per ottenere il quale richiedesi il titolo originale, o in copia legale, del brevetto estero (§ 40). La sua durata è limitata a quella del brevetto estero (§ 12 reg., art. 11 legge).

Ogni *modificazione* di un'invenzione munita di privativa tuttora vigente dà diritto a un attestato di privativa senza pregiudizio di quello che già esiste per l'invenzione principale (§ 6 reg., art. 5 legge).

Non possono costituire argomento di privativa: 1° le invenzioni o scoperte concernenti industrie contrarie alle leggi, alla morale e alla sicurezza pubblica; 2° le invenz. o scoperte che non hanno per scopo la produzione di oggetti materiali; 3° le invenz. o scoperte puramente teoriche; 4° i medicamenti di qualunque specie (§ 7 reg., art. 6 legge).

L'attestato di privativa non guarentisce l'asserita utilità o realtà dell'invenzione, nè prova l'esistenza dei caratteri richiesti dalla legge onde sia valida ed efficace la privativa (§ 8 reg., art. 7 legge).

La privativa per un oggetto nuovo comprende la sua esclusiva fabbricazione e vendita. La privativa per adoperare in un'industria un agente, processo, metodo, strumento, macchina, congegno, ecc. inven-

tato o scoperto, conferisce la facoltà di impedire che altri l'adoperi; però se colui che gode la privativa somministra egli stesso le preparazioni o i mezzi meccanici privilegiati, si presume che abbia nel tempo stesso conceduto il permesso di farne uso, purchè non esistano patti in contrario (§ 9 reg., art. 8 legge).

L'autore di un'invenzione già munita di privativa può chiedere un attestato di *complemento* per ogni modificazione: il quale attestato estende alla modificaz., dal giorno in cui se ne presentò domanda, gli effetti della privativa principale per tutta la sua durata (§ 10 reg., art. 9 legge).

La privativa può essere domandata da nazionali, stranieri, individui, corporazioni, società, corpi morali, o più individui collettivamente (§ 27).

Gli effetti di una privativa rispetto ai terzi cominciano dal momento in cui ne fu prodotta la domanda (§ 11 reg., art. 10 legge).

La durata di una privativa non può essere maggiore di 15 anni nè minore di uno, cominciando sempre a contare dall'ultimo giorno di un trimestre (il giorno più vicino alla data della domanda).

La durata di una privativa per invenzioni già privilegiate all'estero (brevetto di *importazione*) non può eccedere quella della privativa straniera concessa pel termine più lungo e in ogni caso non oltrepasserà 15 anni (§ 12 reg., art. 11 legge).

Una privativa concessa per meno di 15 anni può essere prolungata, in modo però che col prolungamento non si oltrepassino 15 anni; il prolungamento della privativa principale comprende anche quello degli attestati completivi (§§ 13, 14 del reg.; art. 12, 13 della legge).

Entro i primi sei mesi della durata di una privativa, il titolare della medesima può chiedere che l'attestato sia ridotto ad una parte della descrizione unita alla privativa, indicando la parte da escludere (§ 28 reg., art. 23 legge). Per ciò si rilascia un attestato di *riduzione,* che dura quanto la privativa principale (§ 31 reg., art. 25 legge).

Entro i detti primi sei mesi, non si conferiscono attestati per modificazioni che al solo titolare della privativa. Se terze persone domandano un simile attestato, devono presentare domanda e documenti in plico suggellato, che sarà aperto solamente in capo a sei mesi (§ 32, art. 26); menzionandosi nel processo verbale di deposito che il richiedente domanda il conferimento, a tempo debito, d'un attestato per modificazione dell'invenzione di cui si indicherà il titolo (§ 44 reg., art. 31 legge).

Ogni atto di trasferimento di una privativa deve essere registrato al Ministero, e non ha effetto rispetto ai terzi che dalla data della registrazione (§ 68, art. 46). L'acquirente della privativa subentra nell'obbligo di pagare le restanti tasse; ma se la privativa è ceduta soltanto in parte, non si fa registrazione del trasferimento se non si pagano in una volta le annualità restanti (§ 71, art. 49 legge).

Si può aver notizia o prendere cognizione della descrizione e disegni di una privativa (dopo il termine di 3 mesi dalla sua data) e farne far copia, facendone domanda al Direttore dell'Ufficio Privative (Roma), dove son conservate. — L'elenco delle privative è pubblicato dalla *Gazzetta ufficiale* ogni trimestre; le descrizioni e i disegni si pubblicano ogni 15 giorni dal *Bollettino ufficiale della proprietà industriale, letteraria ed artistica,* copia del quale viene inviata alle Prefetture, alle Camere di commercio e ai Procuratori del Re.

Un attestato di privativa è nullo (reg. § 83, legge art. 57): se concerne invenzioni o scoperte indicate nel § 7; se, per malizia del richiedente, il titolo non corrisponde all'oggetto; se la descrizione è insufficiente o dissimula e trascura qualche indicazione necessaria all'attuazione pratica dell'invenzione; se l'invenzione non è nuova, o non è industriale; se si tratta di una modificazione concessa entro i sei mesi riservati al titolare (vedi più indietro); se si tratta di una modificazione che non concerne l'invenzione principale; se si tratta d'un prolungamento chiesto dopo spirato il termine della privativa (per la domanda di prolungamento non è concessa la dilazione di 3 mesi accordata al § 84 pel pagamento dell'annualità).

Una privativa cessa di esser valida (§ 84 reg., art. 58 legge):

1° se non si pagano le annualità entro 3 mesi dalla scadenza;

2° se, nel caso che la privativa fu concessa per 5 anni o meno, l'invenzione non fu messa in pratica entro l'anno consecutivo al conferimento, oppure se per un anno continuo ne fu sospeso l'esercizio;

3° se, nel caso che la durata sia più di 5 anni, non se ne fece l'applicazione entro 2 anni, o se ne sospese l'esercizio per 2 anni continui.

Nei casi 2° e 3°, però, la privativa resta valida se l'inazione fu effetto di cause indipendenti dalla volontà del titolare (fra le quali cause non è compresa la mancanza di mezzi pecuniari).

L'elenco degli attestati decaduti per non effettuato pagamento dell'annualità vien pubblicato nella *Gazzetta ufficiale,* e distribuito alle Prefetture, alle Camere di commercio e ai Procuratori del Re, i quali all'uopo promuoveranno azione di annullamento. Chi vi è erroneamente compreso può reclamare alla Prefettura (§§ 85, 86).

L'azione, perchè venga dichiarata nulla una privativa, sarà sperimentata davanti ai Tribunali di circondario, e istruita e giudicata in via sommaria (§ 88, art. 59). Il Procuratore del Re può direttamente domandare che la privativa sia annullata, se già due volte sopra privata istanza ne fu pronunziata la nullità o l'annullamento parziale; può anche farlo senz'attendere l'azione privata, nei casi preveduti dai §§ 83, 84 (§ 89 reg., art. 60 legge).

Il Tribunale, prima di pronunciarsi sulla nullità, potrà o dovrà, sopra istanza di una delle parti, sentir l'avviso di tre periti (§ 92, art. 62).

Le frodi o contravvenzioni di una privativa costituiscono un reato punibile con multa fino a £ 500 (§ 94). Gli oggetti contraffatti o adoperati in contravvenzione della privativa, non che gli strumenti per produrli, sia presso il contraffattore che presso i venditori, sono dati in proprietà al possessore della privativa; il quale avrà anche diritto al rifacimento dei danni, a meno che il possessore degli oggetti sia esente da dolo o colpa (§§ 95, 96 del reg.; art. 65, 66 della legge).

L'azione correzionale contro i reati di cui al § 94 non può essere esercitata senza querela dalla parte lesa. Il Presidente del Tribunale di Circondario può, dietro domanda di questa, ordinare il sequestro o la descrizione degli oggetti contraffatti o adoperati in contravvenzione della privativa, purchè non addetti ad uso puramente personale. L'attore, se autorizzato dal Presidente, può assistere al sequestro od alla descrizione. Il sequestro o la descrizione perdono ogni efficacia, se negli

otto giorni successivi non sono seguiti da istanza giudiziale: nel qual caso danno diritto a risarcimento di danni (§§ 97-101; art. 67-71).

Norme per le domande di privativa.

La domanda di un attestato di privativa si dirige al Ministero d'agricoltura, industria e commercio per mezzo della Prefettura o Sottoprefettura locale. La domanda (bollo da £ 1,00) da firmarsi dall'inventore o suo mandatario, deve contenere (§ 24 reg., art. 20 legge):

1° nome, cognome, patria e domicilio del richiedente e suo mandatario, se è il caso;

2° il titolo preciso dell'invenzione, indicando altresì se si chiede la privativa per fabbricare e vendere esclusivamente l'oggetto nuovo da brevettare, ovvero per adoperare esclusivamente il nuovo processo in determinate industrie;

3° la durata per cui si chiede la privativa.

Non si può con una sola domanda chiedere più attestati, o chiedere un solo attestato per più invenzioni.

Alla domanda si devono unire (§§ 25, 26, 35, 36 del reg.; art. 21, 22 della legge):

1° la descrizione esatta e completa dell'invenzione, contenente i particolari necessari per metterla in atto, in italiano o in francese ed in triplo originale firmato (carta bollata da £ 0,50) intestandola come segue: *Descrizione del trovato avente per titolo,* ecc.;

2° i disegni (oltre i modelli se il richiedente li giudica necessari) in triplo originale firmato e bollato. I disegni saranno delineati in inchiostro di china, litografati od incisi, in scala metrica possibilmente grande. Nessuna figura dovrà occupare uno spazio $> 20 \times 30$ cm. La riquadratura della tavola non potrà superare 40×60 cm. Bolli e firma fuori della riquadratura. Una copia almeno dei disegni si farà su carta satinata o cartoncino.

3° la ricevuta del Demanio delle tasse pagate;

4° il titolo originale o in copia legale della privativa ottenuta all'estero se si domanda un attestato d'*importazione,* invece che d'*invenzione.* Quando il richiedente è cessionario di colui che gode la privativa estera, deve anche presentare il titolo comprovante che a lui furono trasferiti i diritti dell'inventore (§ 40);

5° la procura legale del mandatario, se è il caso;

6° l'elenco delle carte presentate (carta bollata da £ 0,50).

Per le domande di attestati di *complemento* o di *riduzione* si procede egualmente senza però indicare la durata, richiamando nel titolo e nella domanda l'oggetto modificato o ridotto (§§ 29, 30, 33). La nuova descrizione, in caso di riduzione o di schiarimento, sarà intestata: *Descrizione ridotta* (od *esplicata*) *del trovato che ha per titolo,* ecc. (§ 39).

Alla domanda per prolungamento di privativa si unirà il titolo comprovante la proprietà della privativa, la ricevuta della tassa, la procura se è il caso, e l'elenco delle carte presentate (§ 34).

Tasse (§§ 15-21, 30 del reg.; art. 14-18, 24 della legge).

Tassa proporzionale: tante volte £ 10 quanti sono gli anni pei quali si chiede la privativa;

Tassa annuale: £ 40 all'anno pel primo triennio, £ 65 pel secondo, £ 90 pel terzo, £ 115 pel quarto e £ 140 pel quinto ed ultimo triennio.

La tassa proporzionale e la prima annualità si pagano prima di presentare la domanda al ricevitore del Demanio, aggiungendovi l'importo di un foglio di carta bollata da £ 1.

Le altre annualità si pagano avanti il primo giorno di ciascun anno di durata della privativa, o al più tardi entro il trimestre successivo.

Per un attestato di *complemento* non si paga che una tassa fissa di £ 20 prima della domanda; per un attestato di *riduzione* una tassa fissa di £ 40.

Per un attestato di *prolungamento* si pagano, prima della domanda, £ 40, oltre alla tassa proporzionale e alla annualità corrispondente al primo anno del prolungamento.

Chiedendosi un attestato d'*importazione* per un'invenzione già munita di privativa estera e da durare sino al termine di questa, qualunque frazione d'anno sarà computata per un anno intero, quanto alla tassa.

Trasferimenti di privativa.

Per far registrare un trasferimento, bisogna presentare alla Prefettura locale il titolo, o atto di trasferimento (che vien tosto restituito) oltre a una nota in duplo (carta bollata da £ 0,50) contenente nome, cognome e domicilio delle due parti, i dati del titolo di trasferimento e della sua registrazione, e la dichiarazione precisa dei diritti trasmessi. La data della presentazione di questa nota diventa quella della registrazione del trasferimento (§§ 69, 70 del reg.; art. 47, 48 della legge). Per le spese di pubblicazione del trasferimento nella *Gazzetta ufficiale*, si deve unire la ricevuta di £ 5 del ricevitore demaniale (§ 73).

Convenzione internazionale 20 marzo 1883 (divenuta esecutiva in Italia colla legge 7 luglio 1884) fra Italia, Belgio, Francia, Svizzera, Olanda, Spagna, Portogallo, Brasile e altri Stati minori, alla quale aderirono Inghilterra, Stati Uniti, Svezia e Norvegia.

Punti principali della Convenzione:

a) I sudditi degli Stati contraenti godono, in ogni Stato, gli stessi vantaggi accordati ai nazionali per ciò che concerne i brevetti, i disegni e modelli industriali e le marche di fabbrica. Sono ammessi a questi vantaggi anche i sudditi di Stati estranei all'Unione, che abbiano il domicilio o uno stabilimento industriale e commerciale in uno Stato dell'Unione (Art. 2, 3).

b) Chi ha fatto il deposito di una domanda di brevetto (d'invenz., importaz., perfezionam., ecc.) di un disegno o modello industriale, o di una marca di fabbrica in uno degli Stati dell'Unione, avrà, per effettuarne il deposito negli altri Stati e sotto riserva del diritto dei terzi, un diritto di priorità durante 6 mesi pei brevetti, e 3 mesi pei disegni e modelli industriali e per le marche di fabbrica, dalla data del fatto deposito. Un mese di più pei paesi d'oltremare (Art. 4).

c) L'introduzione, per parte del concessionario di una privativa, di oggetti fabbricati in altri Stati dell'Unione nel paese dove la privativa fu concessa, non porta la decadenza della privativa (Art. 5).

d) Qualunque marca di fabbrica o di commercio, regolarm. depositata nel paese d'origine, è ammessa al deposito e protetta come lo è negli altri Stati dell'Unione (Art. 6).

Convenzione colla Germania 18 gennaio 1892. — Art. 1 e 2 come in *a*) della Convenzione precedente. — Art. 3 e 4. Periodo di priorità di tre mesi, che decorrono, per disegni e modelli di fabbrica, dalla data del primo deposito; per le invenzioni protette con brevetti nei due Stati, dal rilascio del primo brevetto; per le invenzioni protette in Germania con modelli d'uso e in Italia con brevetto, dalla data del rilascio, se il primo deposito è stato fatto in Italia, e dalla data della domanda se è stato fatto in Germania. — Art. 5. Basta attuare l'invenzione in uno dei due Stati per evitare la decadenza per mancata messa in opera. — Art. 6, come in *d*) della Convenz. preced.

Giurisprudenza sulla legge delle privative nazionali. — A schiarimento e illustrazione della legge sulle privative, si citano qui in seguito alcune sentenze giudiziarie (anche se contradditorie fra loro) e alcune decisioni amministrative sulle principali disposiz. della legge.

1. È inventore colui che scopre un segreto antico che sia andato smarrito e del quale non sia rimasta che la notizia generica della sua esistenza (Corte d'app. di Torino, 26 febbr. 1875).

2. Un'invenzione non è nuova nel senso di dar diritto a privativa, quando il suo oggetto era già in antico fabbricato, ed i particolari della fabbricazione vennero consegnati in uno scritto stato poi da altri rinvenuto e conservato (C. d'app. Torino, 26 febbr. 1875).

3. Quando il sistema di un trovato industriale è già passato con tutti i suoi particolari nel dominio del pubblico, non può più il suo autore ottenerne l'attestato di privativa (C. d'app. Torino, 26 febbraio 1875). In tal caso il carattere di novità può venir meno, tanto se la scoperta fu divulgata dal suo stesso autore, quanto se lo fu da un terzo che in qualunque modo ne avesse preso cognizione (C. d'app. Casale, 20 nov. 1871). Nè importa che la divulgazione abbia avuto luogo all'estero, salvo i casi di applicazione dell'art. 4 della legge (C. d'app. Torino, 1 giugno 1874).

4. Per gli effetti della validità di un attestato di privativa italiano, manca del requisito di novità un trovato, che all'epoca del rilascio dell'attestato fosse già attuato o noto anche soltanto all'estero (Corte di Cassazione di Torino, 29 gennaio 1890).

5. La legge italiana distingue due categorie di brevetti: quelli d'invenzione e quelli d'importazione. La dimanda di brevetto d'invenzione non può supplire alla dimanda di brevetto d'importazione che avrebbesi dovuto presentare. Quindi è nullo un attestato di privativa chiesto per una invenzione già brevettata e pubblicata all'estero, anche se presentata prima che altri abbia introdotto e attuato l'invenzione in Italia, se l'attestato fu ottenuto senza menzionare, nè allegare in copia nessuno dei precedenti attestati stranieri (Cassaz. Torino, 21 febbr. 1891;

C. d'app. Torino, 16 marzo 1891; C. d'app. Genova, 19 dicemb. 1891; C. d'app. Torino, 22 genn. 1892; Cass. Torino, 30 dic. 1892).

6. La legge non riconosce una essenziale diversità fra attestato d'importazione e attestato d'invenzione. A tenore dell'art. 4 di essa è ancora brevettabile validamente l'invenzione già brevettata e pubblicata all'estero purchè non ancora introdotta ed attuata da altri nel Regno. Non si possono arbitrariamente aggiungere a quelle contemplate dalla legge altre cause di nullità, e tale non è la mancata presentazione del titolo di una precedente privativa straniera di cui all'art. 21, N. 4 della legge; perciò un attestato di privativa chiesto per una invenzione già brevettata e pubblicata all'estero, ma non mai introdotta ed attuata nel regno, è valido, anche se la domanda non abbia fatto menzione della precedente privativa estera e non sia stata accompagnata dalla presentaz. di un attestato estero preced. (C. d'app. Mil., 26 mar. 1890; C. d'app. Casale, 13 mag. 1891; C. d'app. Roma, 21 ag. 1891; Cass. Roma, 8 genn. 1892; C. d'app. Milano, 1 febbr. 1892; C. d'app. Tor., 24 magg. 1892; C. d'app. Mil., 30 genn. 1893; Cass. Torino, pron. 21 marzo, pubblic. 24 apr. 1893; C. d'app. Milano, 11 sett. 1893).

7. A stabilire l'attuazione nel senso dell'art. 4 della legge, non basta l'introduzione nel Regno dell'oggetto di nuova invenzione, ma occorre che l'industria nazionale ne abbia fatto suo pro, applicandola (Cassaz. Torino, 13 giugno 1881).

8. Un'invenzione non cessa di essere brevettabile, quando sieno noti e caduti nel dominio pubblico i principii teorici dai quali l'inventore è partito. La privativa spetta a chi ha scoperto i mezzi tecnici di applicarli e di ottenerne un risultato industriale (C. d'appello Torino, 31 luglio 1869; C. d'app. Casale, 20 nov. 1871).

9. La brevettabilità di un'invenzione non consiste distintamente nello scopo industriale propostosi dall'inventore o nel meccanismo ideato per raggiungerlo, ma nell'associazione di ambedue, insieme cospiranti a concretare la scoperta e il suo risultamento industriale. La sostituzione di congegni diversi che non importino sostanziali modificazioni dell'apparecchio brevettato non valgono a eliminare la violazione della privativa (Cassaz. Torino, 28 ag. 1889).

10. Il risultato industriale in tanto è brevettabile, in quanto deriva da nuovi mezzi o da nuova e diversa applicazione di mezzi conosciuti (C. d'app. Milano, 30 genn. 1890). — La diversa applicazione di mezzi conosciuti per ottenere un risultato industriale pure conosciuto non costituisce un'invenzione nuova (C. d'app. Torino, 20 marzo 1865; C. d'app. Casale, 31 genn. 1871; C. d'app. Milano, 19 febbr. 1874).

11. La combinazione di mezzi noti può esser brevettabile anche quando i singoli mezzi fossero prima conosciuti e impiegati allo stesso scopo al quale sono destinati nella combinazione nuova, quando per effetto di questa si ottengano risultati nuovi o diversi (C. d'app. Torino, 9 sett. 1890; C. d'app. Lucca, 23 nov. 1890).

12. Se la diversa disposizione che si dà a mezzi conosciuti componenti un congegno, una macchina ecc. dà origine a nuove applicazioni di cui la primitiva invenzione non era capace od a nuovi prodotti, si avrà una vera e propria invenzione principale (C. d'app. Torino, 9 marzo 1887; Cassaz. Torino, 21 marzo 1888).

13. L'investito d'una privativa ha diritto alla fabbricazione esclusiva solo pei mezzi da lui stesso inventati, che sono specifici alla sua invenzione, tali cioè che senza di essi questa non si potrebbe mettere in pratica; fra i quali non vanno compresi i mezzi comuni, già nel dominio pubblico, sebbene gli sieno necessarii onde attuare l'invenzione (Cassaz. Torino, 29 dic. 1883; C. d'app. Brescia, 20 giugno 1887).

14. Nel giudicare della brevettabilità della invenzione in rapporto alla novità o al carattere industriale, non si deve aver riguardo alla maggior o minor importanza economica della medesima (C. d'app. Milano, 22 agosto 1887).

15. Il fatto che la differenza introdotta dal contraffattore in un prodotto contraffatto costituisce un serio e reale miglioramento dell'invenzione non cambia punto il risultato legale della privativa (Tribunale Livorno, 15 febbr. 1885).

16. La conoscenza che cooperatori od operai acquistino dell'invenzione non toglie ad essa il carattere di novità (C. d'app. Milano, 22 luglio 1890).

17. Se uno propose a un altro, per le opportune esperienze, metodi o processi di un'invenzione che dalle esperienze risultarono insufficienti, e l'altro proseguendo le esperienze giunse al risultato ricercato, non può il primo pretendere che i metodi da lui proposti, sebbene insufficienti, contenessero però gli elementi coi quali il secondo compì l'invenzione, quando risultasse che la diversità dei concetti fosse tale e tanta, che l'iniziativa del primo non potesse riguardarsi che come causa occasionale alle ricerche continuate del secondo (C. d'app. Torino, 31 luglio 1869).

18. Se uno perfezionò una scoperta per incarico dell'autore dell'invenzione principale ed ebbe per questo titolo una mercede, allora egli, reputandosi conduttore d'opera, non può acquistare la privativa per la modificazione (Cassaz. Torino, 8 febbr. 1882). Ciò anche nel caso che non avesse ricevuto il corrispettivo pattuito, e avesse fondato timore di non riuscire a percepirlo (C. d'app. Milano, 24 maggio 1893).

19. Un inventore può autorizzare un terzo a prendere un brevetto in proprio nome per un'invenzione che gli abbia confidato o ceduto. In tal caso il brevetto si ritiene valido, nonostante risulti che l'invenzione non è del titolare, a meno che l'inventore vero non possa provare che vi fu abuso di confidenza (C. d'app. Torino, 31 ott. 1893).

20. Colui che ottiene un brevetto di perfezionamento per un'invenzione per la quale l'inventore principale ha avuto una privativa, deve, per potersene valere, acquistare dall'inventore la materia prima su cui applicare la sua invenzione. Reciprocamente il titolare dell'invenzione principale non può attuare la modificazione protetta da altro attestato (C. d'app. Milano, 27 marzo 1862; Bologna, 17 dic. 1875; Lucca, 7 sett. 1876; Cassaz. Roma, 17 dic. 1876 e 11 giugno 1880; C. d'app. Ancona, 1 giugno 1878; Cassaz. Torino, 8 e 25 febbr. 1882).

21. Basta che il titolo indichi l'oggetto principale dell'invenzione senza menzionare le disposiz. di dettaglio (Cassaz. Tor., 16 febb. 1878; C. d'app. Torino, 18 febbr. 1881; C. d'app. Milano, 14 dicembre 1888).

22. Spetta ai tribunali di decidere se l'inesattezza del titolo è il risultato d'un errore o di una frode; ma la frode non si presume, e

tocca a chi fa la domanda di nullità di fornirne la prova (C. d'app. Torino, 18 febbr. 1881; C. d'app. di Venezia, 3 maggio 1881).

23. La buona fede dell'inventore non può essere invocata a scagionarlo dal difetto di chiarezza della descrizione (C. d'app. Torino, 18 febbr. 1881).

24. Sebbene nell'attuazione di una privativa siasi fatta qualche variazione a quello che si contiene nella descrizione, la privativa non cessa di esser valida se la variazione nulla toglie all'entità dell'invenzione, alla sua idea fondamentale e ai principii direttivi della sua costruzione (Cassaz. Torino, 25 luglio 1882; C. d'app. Torino, 9 settemb. 1890). — Nè occorre che la descrizione fissi gli elementi costituenti l'invenzione con esattezza matematica, se nella pratica attuazione gli elementi essenziali della medesima possono essere applicati con una certa latitudine senza che venga a mancare lo scopo dell'invenzione (C. d'app. Torino, 9 sett. 1890).

25. L'attestato completivo finisce con quello di privativa, qualunque sia la causa chè faccia perire quest'ultimo (Cassazione di Torino, 8 maggio 1886).

26. Le disposizioni degli art. 5 e 9 della legge sugli attestati completivi non riguardano che le modificazioni arrecate a un'invenzione già munita di privativa in Italia (C. d'app. Milano, 14 dic. 1888).

27. Nulla toglie a che il concessionario d'una privativa possa far costruire all'estero il suo trovato ed importarlo nello Stato (Cons. di Stato, 3 nov. 1871).

28. La legge non pretende dal possessore d'una privativa una costruzione continua e una produzione sovrabbondante al bisogno; ma chiede che si trovi sempre in caso di far godere al pubblico la sua invenzione (C. d'app. Ancona, 1 giugno 1878). — Se v'è difetto di domanda e di compratori, ciò non è imputabile al concessionario, nè prova l'inazione contemplata dal N. 3 dell'articolo 58 (Cassazione Roma, 11 giug. 1879).

29. Trattandosi di decadenza per inazione a norma dei N.i 2 e 3, art. 58 della legge, la prova dell'attuaz. spetta al proprietario della privativa. A costituire l'attuaz. non sono sufficienti atti isolati, fatti a titolo d'esperimento, ma è necessaria una pratica continua (C. d'app. Torino, 27 aprile 1893).

30. Al convenuto per contraffaz., che allega la decadenza per inazione del brevetto contraffatto, spetta l'onere della prova Non v'è decadenza per inazione quando l'inventore fu sempre pronto a corrispondere alle richieste dei terzi; la prova di ciò si può ricavare dalle circolari e dagli annunci fatti sui giornali per offrire il prodotto (C. d'app. Brescia, 5 sett. 1892).

31. Una Ditta straniera che vende in tempo utile in Italia delle macchine da essa fabbricate all'estero, perchè vengano messe in azione entro i termini di cui all'art. 58 della legge, sfugge alla comminatoria di decadenza portata dall'art. stesso (C. d'app. Milano, 20 genn. 1894).

32. L'attestato costituisce un titolo, che si presume valido sino a che non venga giudizialmente pronunciata la nullità; tocca ai terzi, che l'attaccano, a provarla (Cassaz. Torino, 20 dic. 1873; C. d'app. Venezia, 3 maggio 1881). Non è lecito al giudice penale di pronun-

ciarla, benchè possa e debba esaminarla per risolvere sulla responsabilità penale del convenuto (Cass. Torino, 13 lug. 1885 e 11 mag. 1887).

33. Il perito delegato per la descrizione degli oggetti contraffatti a termini dell'Art. 68 della legge, eccede il mandato quando conclude per la contraffazione; tale conclusione non può tener luogo di una perizia (C. d'app. Milano, 20 genn. 1894).

34. L'annullamento o decadenza per mancato pagamento dell'annualità non ha luogo di pien diritto, ma deve pronunziarsi dai tribunali sopra istanza della parte interessata (C. d'app. Firenze, 22 giugno 1876; Cassaz. Roma, 5 dic. 1876).

35. In caso di ritardo del pagamento della tassa annuale, non si può esser ammessi a purgare la mora (Cass. Roma, 15 dic. 1876) — La purgazione della mora si può solo ammettere in caso di forza maggiore (Tribun. di Milano, 19 apr. 1887 nel caso di grave infermità del concessionario). — Il pagamento incompleto è equiparato al pagamento completamente ommesso (Consiglio di Stato).

36. Dal momento in cui un attestato è decaduto, quantunque non ancora annullato, i terzi possono a loro rischio giovarsene senz'esser prima obbligati di procurare dal tribunale dichiarazione d'annullamento (C. d'app. Torino, 18 febbr. 1881).

37. Devesi distinguere il diritto di privativa spettante in proprietà all'inventore, o a chi per esso, dall'esercizio o godimento della medesima. Quindi se il proprietario di una privativa ne concede l'esercizio o godimento in società con altri, non si intende ceduta la proprietà (cioè si tratta d'una semplice licenza, non sottomessa alla formalità dell'art. 46 della legge) e a lui solo spetta l'azione di contravvenzione (Cassaz. Torino, 21 luglio 1877).

38. La semplice licenza di fabbricare un genere protetto da una privativa non trasferisce la proprietà della privativa; nè, per renderla efficace di fronte ai terzi, si richiede la registrazione (Cassaz. Torino, 18 ag. 1886). — Però, secondo un giudicato della C. d'app. di Brescia (7 apr. 1887) confermato dalla Cassaz. di Torino (16 luglio 1889) il licenziato senza registrazione è investito di un diritto puramente personale; i rapporti fra lui e l'inventore sono simili a quelli fra creditore e debitore, per cui tocca solo al debitore a dare, fare, o permettere quanto forma oggetto del contratto.

39. Il cessionario di una privativa non può farla valere di fronte ai terzi se non dopo averne fatto registrare il trasferimento, il cui difetto può sempre invocarsi dal preteso contravventore rimpetto al preteso cessionario (C. d'app. Lucca, 21 marzo 1878; C. d'app. Genova, 12 maggio 1879). — La registrazione è pure necessaria quando il titolare della privativa l'avesse conferita, senza vera alienazione, in una società (C. d'app. Torino, 17 dicem. 1878 e 15 luglio 1890). — La sentenza che assolve il terzo dalla domanda del cessionario per la mancanza della registrazione non osta a che il cessionario riproponga la sua azione tosto che la registraz. sia fatta (C. d'app. Tor., 17 dic. 1875).

40. La mancata registrazione del trasferimento d'una privativa fa perdere *de jure* al cessionario, benchè legalmente acquisitore della privativa, il diritto di ottenerne il prolungamento (Consiglio di Stato, 19 luglio 1883).

11. PRIVATIVE ESTERE

Austria (e paesi rappresentati). — Durata 15 anni dalla data del conferimento. — Se l'invenzione è già sfruttata all'estero, occorre che vi sia anche brevettata, onde l'inventore possa ottenerne in Austria un brevetto valido. Perchè il brevetto austriaco, per un'invenzione brevettata e sfruttata all'estero prima della domanda del brevetto austriaco, si mantenga valido, occorre sia pure mantenuto valido il brevetto estero preesistente (non è detto se il più antico, o quello del paese di residenza dell'inventore) di cui però non si richiede la presentazione, nè all'atto della domanda, nè all'atto del pagamento delle tasse. — Non si danno brevetti completivi; ogni complemento deve formar oggetto di un nuovo brevetto. — Tasse: fiorini 21 all'anno nei primi 5 anni; fior. 31,50; 36,75; 42; 47,25; 52,50, per ogni anno del 2° quinquennio; fior. 63; 73,50; 84; 94,50; 105, per ogni anno del 3° quinquennio. — Descrizione per gli stranieri in tedesco; per gli austriaci anche nella lingua del paese ove si fa il deposito. Disegni in duplo (senza dimensioni stabilite). Procura legalizzata da un Console. — Nullità se non si sfrutta il brevetto entro un anno dalla data della sottoscrizione dell'attestato, o se ne interrompe l'esercizio per 2 anni. Non è però obbligatorio il deposito presso le Luogotenenze della dichiarazione, firmata da un perito ufficiale, che l'inventore può produrre in prova dell'attuazione del trovato. — È libera l'introduzione dall'estero degli oggetti brevettati; ma per provare la messa in opera dell'invenzione è obbligatoria la costruzione all'interno. — Una pubblicazione precedente non impedisce che un'invenz. possa essere validamente brevettata in Austria, se la pubblicaz. non è stata fatta all'interno, o se non si può dimostrare che era diffusa in Austria prima della data della domanda; per 3 mesi dalla data della pubblicazione non contano come tali le descrizioni dei brevetti pubblicate dal governo tedesco. — Il brevetto è concesso senza esame preventivo della novità dell'invenzione.

Ungheria. — Stessa legge e stesse tasse come in Austria; descrizione in ungherese.

Nota per l'Austria-Ungheria. — Se si chiede un brevetto dapprima in Austria, e entro 90 giorni lo si chiede in Ungheria per la stessa invenzione, la priorità del brev. ungherese è la stessa del brev. austriaco; e viceversa.

Belgio. — Durata 20 anni dalla domanda, ma non maggiore di quella di quel brevetto estero preesistente, che ha la massima durata. — Brevetti d'importazione come in Italia; però è ammesso dalla giurisprudenza belga che la validità di un brevetto d'importazione, chiesto erroneamente come brevetto d'invenzione, non è subordinata che alla rettifica della sua denominazione — Un'invenz. pubblicata in una Raccolta ufficiale estera di descrizioni di brevetti si considera tuttora come nuova, se non ha ricevuto alcun altro genere di pubblicità all'estero. — Tasse: fr. 10 pel 1° anno, 20 pel 2°, 30 pel 3°, ecc., crescendo fr. 10 all'anno. — Due descrizioni in francese e due copie disegni in tela e all'inchiostro. — Nullità del brevetto se l'esercizio è so-

speso per un anno, o se il brev. belga non è sfruttato entro l'anno dal cominciamento dell'esercizio del brev. estero. La nullità per mancato esercizio non può essere pronunciata dai tribunali, nè allegata in loro difesa dai contraffattori pendente la causa di contraffazione. Può essere decretata per decreto reale dietro richiesta degli interessati. — È libera l'introduz. dall'estero degli oggetti brevettati. — Il brevetto è concesso senza esame preventivo della novità dell'invenzione.

Francia. — Durata 15 anni, ma non più della durata del brevetto estero preesistente, che ha la durata minima. Se un brev. preesistente venisse a scadere per una causa qualunque prima che sia trascorso il suo tempo di durata, scade, secondo la giurisprudenza prevalente, anche il brev. francese. Tasse: fr. 100 per ogni anno; fr. 20 per brevetti di complemento. — Descrizione e disegni in duplo (dimens. qualunque). — Nullità se l'esercizio non si fa entro 2 anni dalla data del conferimento dell'attestato, o si interrompe per 2 anni; l'Amministrazione però non ne prende notizia di sorta, riservandone l'apprezzamento ai tribunali. — Fatta eccezione dei paesi fra i quali vige la Convenzione internazionale (vedi pag. 342), è vietata l'introduz. da altri paesi degli oggetti brevettati, e ciò sotto pena di decadenza del brevetto. — Un'invenzione non è più considerata brevettabile, quando alla data della domanda la descrizione era accessibile al pubblico (per es. presso l'Ufficio brevetti) in un altro Stato estero; e ciò quand'anche sia dimostrato che nessuno effettivamente ne abbia preso cognizione, sempre subordinatamente alle disposizioni della Convenzione internazionale. — Il brevetto è concesso senza esame preventivo della novità dell'invenzione.

Germania. — Durata 15 anni dalla data della domanda, e indipendente dalla durata di eventuali brevetti esteri. — Non sono brevettabili i prodotti chimici; ma son protetti se ottenibili solo con un processo brevettato. — Diritto d'espropriaz. da parte del Governo, se si tratta di invenz. utilizzabili per l'esercito o la flotta. — Tasse: marchi 20 alla domanda e marchi 30 al conferimento; oltre a una tassa annuale, che è di marchi 50 al principio del 2° anno, e cresce di marchi 50 ogni anno successivo. — Descrizione in fogli alti 33^{cm}, larghi 21^{cm}; disegni in duplo, uno in cartoncino e l'altro in tela, in fogli alti 33^{cm}, larghi 21, o 42, o 63 cm., margine 2^{cm}. — Se l'esercizio non si fa entro 3 anni, il brevetto può essere annullato. — È libera l'importazione dall'estero degli oggetti brevettati. — Il brev. è concesso soltanto dietro parere di una Commiss. d'esame, che dichiari trattarsi di un'invenzione nuova (una invenz. comunque e dovunque pubblicata a stampa non viene più considerata come nuova). Fanno eccezione durante tre mesi dalla pubblicazione le descrizioni ufficiali pubblicate dai Governi italiano, austro-ungarico e svizzero. — Dietro il risultato del primo esame, se questo è negativo, il richiedente viene avvertito dei motivi e invitato a replicare. Se le spiegazioni non son giudicate soddisfacenti, il brevetto vien rifiutato; il rifiuto non può aver luogo per ragioni diverse da quelle contenute nella comunicazione preliminare, senza che al richiedente sia dato modo di spiegarsi anche intorno alle nuove ragioni di rifiuto. — In caso di rifiuto, si può appellarsi, pagando 20 marchi; la

decisione d'appello è irrevocabile. Il rifiuto, però, non può confermarsi in appello, per ragioni diverse da quelle che motivarono la prima decisione, senza ancora comunicare le nuove ragioni al richiedente e dargli modo di replicare. L'ufficio può nell'una e nell'altra delle due istanze sentire a voce il richiedente quando lo creda opportuno. È obbligato poi a sentirlo almeno una volta a voce, o nella prima istanza o in fase d'appello, prima di rifiutare definitivamente il brevetto. — Invenzioni rappresentabili mediante modelli che costituiscono varianti costruttive che l'ufficio non considererebbe come invenzioni nel senso della legge sui brevetti, si possono tutelare per sei anni al massimo come *modelli d'uso* senza esame preventivo e senza garanzia del governo. Occorrono una descrizione e un modello o disegno. Le dimensioni del modello non devono superare 50 cm. in nessun senso; il disegno in tela o su cartone non deve esser più alto di 33 cm. Tasse: 15 marchi al deposito e 60 marchi prima dello spirare del terzo anno. — Per far valere la priorità di cui agli art. 3 e 4 della Convenzione italo-germanica bisogna allegare una copia della descrizione e dei disegni presentati in Italia e un certificato da cui risultino la data della domanda e quella del rilascio del brevetto italiano. Per l'autenticazione basta quella della competente autorità italiana, ma occorre una traduzione autentica della descrizione.

Inghilterra. — Durata 14 anni dalla domanda, e indipendente da quella di eventuali brevetti esteri preesistenti. — Pei perfezionamenti di un'invenzione brevettata si richiede un nuovo brevetto. — Tasse: patente provvisoria di 9 mesi, 1 sterlina; patente per 4 anni, 4 sterline. Tasse successive annuali da pagarsi posticipatam.: 4° anno, 5 sterline; ogni anno successivo una sterlina in più sino a 14 sterline alla fine del 13° anno. — Due disegni, di cui uno su cartoncino Bristol; dimens. 13×8, o 13×16 poll., compreso un margine di $^1/_2$ poll. all'ingiro. — L'esame da parte dell'Ufficio brev. è soltanto formale, e non riguarda la novità dell'invenzione. Il brev. può esser rifiutato dietro opposiz. di un terzo, quando questo provi che il richiedente si è appropriato un'invenz. sua, o che è stata rilasciata un'altra domanda di brev. per lo stesso oggetto. Indipendentem. da questi casi, la non novità dell'invenz. può esser causa di nullità di un brev. concesso, ma non impedirne la concessione. — La pubblicaz. o l'uso dell'invenz. all'estero, anteriori alla domanda di brev., non hanno influenza sulla validità del brev. inglese; però questo può essere annullato dai tribun. se si dimostri che la pubblicaz. fatta all'estero prima della domanda del brev. inglese era effettivam. pervenuta a conoscenza del pubblico in Inghilterra. — Priorità stabilita dalla Convenz. internaz. (pag. 342) estesa a 7 mesi. Per profittarne, gli inventori esteri devono fornire una copia autentica del brev. estero colla traduz. inglese e con una dichiarazione giurata dinanzi a un Console inglese, che l'invenzione di cui si domanda il brev. è identica a quella brevettata originariamente all'estero. — Nessun obbligo quanto all'esercizio del brevetto. — Se l'invenzione non fosse attuata in Inghilterra, oppure l'importazione dall'estero degli oggetti brevettati non potesse bastare al bisogno del pubblico, o infine rimanesse preclusa agli inventori, per effetto del

brev., l'attuazione di un perfezionamento importante, il brevettato può essere obbligato, con decisione del *Board of Trade*, di concedere la licenza di servirsi dell'invenzione, mediante compenso da stabilirsi, se necessario, dai tribunali.

Svizzera. — Durata 15 anni a datare dalla domanda. — Non sono brevettabili i prodotti chimici, nè i processi, sì chimici che meccanici, ma solo gli apparecchi, macchine e prodotti nuovi, suscettibili di esser rappresentati mediante modelli. — Se la domanda non è fatta dall'inventore, deve esser accompagnata da un'autorizzazione autenticata dell'inventore, colla quale cede i suoi diritti al richiedente — Descrizioni in duplo in una delle tre lingue federali; disegni come in Germania. — Priorità stabilita dalla Convenz. internaz. (pag. 342) estesa a 7 mesi; basta, per esser ammessi a goderne, la semplice citazione del brevetto estero preesistente. Il brevetto rimane *provvisorio* (non dando diritto ad azione contro i contraffattori) sinchè non si presenta una prova dell'esistenza del modello: la qual prova può anche consistere in una semplice fotografia. È obbligatorio invece il deposito del modello per le invenzioni riguardanti l'orologeria e le armi da fuoco portatili, e per quelle concernenti l'impiego di materiali speciali. L'Ufficio respinge le domande aventi per oggetto un'invenzione non suscettibile di esser rappresentata da un modello, e se si tratta di un brevetto che copra due distinte invenzioni. — Se l'ufficio è di parere che l'invenzione non sia nuova, ne dà avviso segretamente all'inventore, il quale è libero di ritirare, o mantenere, o modificare la domanda, restringendone le rivendicazioni. Se l'inventore la mantiene, l'Ufficio non può respingerla per difetto di novità. — Necessaria la prova dell'esistenza del modello anche pei brevetti completivi. — I brevetti *provvisorii* scadono entro 3 anni se prima non son trasformati in definitivi. — Applicazione entro 3 anni. Se il brevetto è sfruttato in Svizzera con apparecchi importati dall'estero, l'inventore straniero non può rifiutare la licenza di fabbricaz. ai cittadini svizzeri, quando i tribunali ne ritengono eque le offerte. — Tasse: fr. 20 alla domanda; fr. 20 al conferimento; fr. 10 per l'esame della prova dell'esistenza del modello (tassa che non si paga, se si fa il deposito permanente del modello o della fotografia nei casi in cui il deposito del modello non è obbligatorio; la decisione se il modello o la fotografia sieno sufficienti e corrispondano all'invenzione è allora riservata ai tribunali in caso di contestazione). — Le annualità crescono di fr. 10 ogni anno. — È considerata come nuova un'invenzione, quando non è sufficientemente conosciuta in Svizzera per poter essere attuata da persone dell'arte.

Stati Uniti d'America. — Durata 17 anni dal conferimento, ma non più della durata di qualunque brevetto estero precedente. — La Corte suprema ha deciso che se un brevetto estero è stato preso originariamente per una durata minore della massima concessa dalla legge del paese e se viene esteso in una o più riprese fino a questa durata massima, la durata del brevetto americano abbia ad esser influenzata soltanto da quella definitiva a cui il brevetto primitivo è stato esteso coi successivi prolungamenti; che la decadenza di un brevetto estero preesistente dovuto a mancato pagamento di tassa o man-

cata attuazione non abbia influenza sul brevetto americano. — Il brevetto non può esser preso che dall'inventore, o suo erede. — Ogni perfezionamento o complemento richiede un brevetto speciale. — Tasse: dollari 15 alla domanda, dollari 20 al conferimento. — Descrizione in inglese, con disegni, e modello di non più di 1 piede cubo di volume (richiesto ora soltanto in casi eccezionali). — La concess. del brev. dipende da un esame della novità dell'invenz. Contro un rifiuto si può appellarsi in 1ª istanza con 10 dollari di tassa; in 2ª con 20 dollari; e infine in 3ª istanza presso la Corte suprema del Distretto di Colombia. — L'invenzione si considera come nuova, se l'inventore può dimostrare che all'epoca in cui ha fatto l'invenzione, questa non era in uso negli Stati Uniti, nè era stata brevettata o descritta da altri in una pubblicazione qualsiasi in qualsiasi paese. Verificandosi l'una o l'altra di queste circostanze nell'intervallo fra la data dell'invenz. legalm. comprovata e quella della domanda del brev. americano, la validità di questo non è infirmata. — L'uso pubblico dell'invenz. negli Stati Uniti per parte dell'invent. stesso durante due anni non gli toglie il diritto a un brevetto valido. — Nessun obbligo di esercizio del brevetto.

12. MARCHE, MODELLI E DISEGNI DI FABBRICA

(Legge 30 agosto 1868, Regolam. 7 febbraio 1869)

Marche di fabbrica. — Domanda alla prefettura colla descrizione e 2 esemplari del marchio. — Il marchio deve esser diverso da quelli già legalmente usati da altri, e deve indicare il luogo, e la ditta o la denominazione della fabbrica; basta anche la firma o la sua riproduzione. Le marche già registrate in altri Stati, con cui esistano trattati di commercio, sono accettate anche se non soddisfano a queste condizioni (vedi anche la Convenz. internaz. pag. 342). — Tassa £ 40.

Modelli e disegni di fabbrica. — Domanda come per le privative industriali. — La privativa dà diritto di riprodurre i disegni o modelli depositati, non che di venderne le riproduzioni. — Nullità, se non son posti in opera entro un anno. — Durata 2 anni; tassa £ 10.

13. PERIZIE GIUDIZIALI

(Codice di procedura civile)

Il perito che non comparisce nel giorno ed ora designati per l'eseguimento della perizia, o che ritarda la presentazione della relazione oltre il termine stabilito, può esser tenuto a risarcire spese e danni (Art. 260, 268).

Le proroghe (in bollo da £ 3) si domandano con ricorso al presidente il quale, udite le parti, provvede (Art. 263).

I periti fanno una sola relazione, esprimendo un solo avviso motivato a pluralità di voti; indicando, in caso di divergenza, i motivi delle diverse opinioni senza citare il nome di chi le ha emesse. — La relazione non deve essere corredata di piani o tipi, salvo che siano stati ordinati o che le parti vi consentano (Art. 264).

La relazione (in carta bollata da £ 3) deve essere sottoscritta contemporaneamente dai periti in presenza del cancelliere dell'Autorità giudiziaria che ordinò la perizia (Art. 265). Il presidente può però or-

dinare che la relazione sia ricevuta dal cancelliere della Pretura del mandamento in cui si eseguisce la perizia (Art. 266).

La relazione deve menzionare i ricordi delle parti (Art. 262).

La specifica (bollo di £ 3) è tassata dal presidente che ne ordina il pagamento; quest'ordinanza ha forza esecutiva contro la parte che ha chiesto la perizia o contro ambedue solidalmente, se è perizia ordinata d'uffizio (Art. 267).

14. ARBITRAMENTI

(Codice di procedura civile)

Il compromesso (bollo da £ 1) è nullo se non contiene i nomi delle parti e degli arbitri e se non determina le controversie. Gli arbitri devono accettare per iscritto, o apporre la firma al compromesso (Art. 11, 13).

Gli arbitri decidono secondo le regole di diritto, se non sono autorizzati dal compromesso a decidere come amichevoli compositori (Art. 20).

La sentenza degli arbitri è deliberata a maggioranza di voti dopo conferenza personale e deve contenere l'indicazione del nome, cognome e domicilio delle parti, quella dell'atto di compromesso e i motivi in fatto e in diritto. Se uno degli arbitri ricusa di sottoscriverla, gli altri ne fanno menzione e la sentenza ha effetto egualmente, purchè sottoscritta dalla maggiorauza (Art. 21).

La sentenza (in carta bollata da £ 2) deve essere depositata insieme al compromesso (ed agli atti di proroga, se è il caso) da uno degli arbitri, personalmente o con mandatario munito di procura, alla cancelleria della Pretura del mandamento in cui fu pronunciata; e ciò entro cinque giorni dalla sottoscrizione. Entro cinque giorni dal deposito il pretore deve emettere il decreto che la rende esecutiva (Art. 24).

La sentenza può essere impugnata per nullità, se è pronunziata sopra un compromesso nullo o scaduto, o fuori dei limiti del compromesso; se non decide su tutti gli oggetti del compromesso o contiene disposizioni contradditorie; se è pronunziata da chi non poteva essere nominato arbitro, o da arbitri non autorizzati a decidere in assenza degli altri; se non è pronunziata nel Regno (Art. 32).

Il compromesso cessa per la scadenza del termine stabilito o, in difetto, dopo 90 giorni dalla sua data. Se nel termine gli arbitri hanno pronunziato una sentenza non definitiva (bollo da £ 2), decorre dalla data del decreto che la rese esecutiva un nuovo termine eguale a quello del compromesso o, in difetto, un nuovo termine di 90 giorni. Non pronunciandosi sentenza entro il termine, gli arbitri sono tenuti al risarcimento dei danni (Art. 34).

Le proroghe devono essere consentite da ambo le parti e constare da un atto di proroga (bollo da £ 2), firmato dagli arbitri e dalle parti.

Si può tralasciare il deposito della sentenza in pretura, quando ambo le parti l'accettino e la firmino.

15. BOLLO E REGISTRO

(Leggi 13 sett. 1874, 23 maggio 1875, 11 genn. 1880, 29 giugno 1882, 14 luglio 1887)

Tasse di bollo (soggette all'aumento dei $^2/_{10}$ di guerra).

Elenco di atti concernenti l'ingegneria, pei quali è obbligatoria la carta bollata (filogranata):

Copie d'atti privati per l'Ufficio di Registro, bollo da £ 0,25. — Copie di atti pubblici per l'Ufficio di Registro, £ 0,50. — Private scritture per istromenti, affitti, contratti d'ogni specie; descrizioni e inventari atti a far prova fra le parti; copie di atti depositati in pubblici archivi, £ 1,00. — Atti che sotto qualsiasi denominazione si presentano innanzi alle Preture o si fanno per mezzo dei loro cancellieri ed uscieri, £ 2,00. — Atti che sotto qualsiasi denominazione si presentano innanzi a Tribunali civili, correzionali, di commercio, Corti d'appello e di Cassazione, o si fanno per mezzo dei loro cancellieri ed uscieri, £ 3.

Atti pei quali è permesso il bollo straordinario o la marca da bollo: Quietanze, £ 0,10 per somme > £ 100, £ 0,05 per somme minori. — Avvisi £ 0,05. — Libri di contabilità da far prova in giudizio (giornali, inventari, ecc.) £ 0,10. — Avvisi d'asta, domande alle autorità, a uffici governativi e a pubbliche Amministrazioni, £ 0,50. — Domande ai Ministeri, Corte dei Conti, Consiglio di Stato, £ 1,00. — Prospetti, liquidazioni, consegne, relazioni tecniche da presentarsi a Uffici governativi e pubbliche Amministrazioni (eccettuato il caso delle Preture e dei Tribunali come sopra), disegni e tipi a corredo: si apporrà il bollo proporzionale di £ 0,50 per fogli che misurino aperti fino a 14 decim. quadr.; £ 1,00 per fogli da 14 a 20 dmq.; £ 2,00 da 20 a 30 dmq.; £ 4,00 per dimensioni maggiori.

Tasse di registro (soggette all'aumento dei $^2/_{10}$ di guerra).

Vendite di immobili 4 %, di mobili 2 % del prezzo. — Concessioni di diritti d'acqua a tempo indeterminato 4 % sul canone cumulato per 20 anni. — Vendite di prodotti agrari, bestiame, taglio dei boschi; vendite di merci fra commercianti, 0,50 %. — Appalti per lavori o somministrazioni, sia fra privati che per pubbliche Amministrazioni 1 %. Atti e contratti contenenti obbligo di somme e valori senza liberalità e senza che l'obbligo sia il corrispettivo d'una trasmissione, non registrata, di mobili od immobili, 0,75 %. — Affitti e locazioni di stabili o mobili, contratti di colonìe, mezzadrie, concessioni d'acqua a tempo determinato, 0,25 % del cumulo dei corrispettivi pattuiti. — Costituzioni di società, tassa graduale di £ 5 sino a £ 1000 di capitale, e £ 1 per ogni £ 1000 in più (oltre la tassa proporzion. per eventuale trasmiss. di mobili od immob.). Aumenti di capitale £ 2 sino a £ 1000, £ 1 per ogni £ 1000 in più. Divisioni di immob. fra soci o comproprietari, £ 2 e £ 1 come sopra; divis. di mobili e valori £ 1 e £ 0,50. — Compromessi non contenenti obbligo di valori; nomine stragiudiziali di periti e arbitri; mandati e procure senza corrispettivo; inventari e descrizioni di cose locate, tassa fissa di £ 3,00. — Atti in genere da presentarsi alle pubbliche Amministrazioni, tassa fissa di £ 1,00 (per gli atti da produrre in giudizio o da inserire negli atti delle Cancellerie giudiziarie, la tassa è già compenetrata nel bollo di cui sopra).

16. IMPOSTE SULLA RICCHEZZA MOBILE E SUI FABBRICATI

Ricchezza Mobile. — Tassa di 12 % (oltre $^1/_{10}$ di guerra) su ogni specie di reddito non fondiario (o che non paghi tributo come tale) prodotto nello Stato. — I redditi provenienti dall'esercizio di un'indu-

stria sono ridotti a $^6/_8$ previa deduzione delle spese necessarie alla produzione; i redditi professionali a $^5/_8$; gli stipendi, assegni, ecc. pagati dallo Stato a $^4/_8$. — Reclami in 1ª istanza alla Commissione comunale o consorziale, e in 2ª istanza alla Commissione provinciale.

Fabbricati (legge 26 gennaio e regolamento 25 maggio 1865). — Esenti i fabbricati per l'esercizio dei culti, i cimiteri, le fortezze e le costruzioni rurali, non situate in centri di Comuni o casali, destinate all'azienda agricola. — Le costruzioni nuove son tassate dopo 2 anni dacchè sono abitabili. — Imposta del 12,5 % (più $^3/_{10}$) sul reddito lordo, diminuito di $^1/_3$ per gli opifici e di $^1/_4$ per ogni altro fabbricato. Nei fabbricati ad uso industriale si tien calcolo anche dei generatori della forza motrice e dei meccanismi per trasmetterla (escluse le trasmissioni alle macch.) quando sieno incorporati nel fabbricato.

17. TARIFFE PEI LAVORI D'INGEGNERIA

Tariffa per le perizie giudiziali.

Il lavoro del perito si valuta per vacazioni di 2 ore, a £ 5 cadauna, anche per le operazioni fatte fuori della presenza del giudice o delle parti. Non si possono esporre più di 5 vacazioni per giorno.

Indennità di trasferta a distanze $>2\ ^1/_2$ chilometri dalla residenza, £ 0,60 per ogni chilometro di andata e ritorno. — Trasferte in ferrovia in base ai prezzi di 1ª classe. — Oltre 5 chilometri, l'indennità per trasferta ed altre spese non può essere minore di £ 9.

Indennità per ogni giorno di permanenza fuori del Comune £ 6.

Pel giuramento, o pel deposito della relazione peritale, 1 vacazione, a meno che il tempo impiegato non oltrepassi un'ora.

Tariffa pei lavori d'ingegneria (secondo la proposta del Collegio ingegneri di Milano, 1882).

1ª Categoria (rilievi, misurazioni, descrizioni e ogni altra operazione preparatoria di giudizi, rapporti, o progetti).

Diete o vacazioni di 2 ore a £ 6 cadauna. — Una semplice visita, anche di durata <2 ore, 3 diete. — Per assenze >6 ore, £ 8 per indennizzo vitto, oltre le diete; in caso di pernottazione, £ 12 (questi compensi non son dovuti se il committente fornisce vitto e alloggio). — Il tempo impiegato per andata e ritorno, e quello perduto senza colpa dell'ingegnere, si comprende nel computo delle diete. — Non più di 5 diete per giorno di 12 ore; per le ore in più, diete addizionali.

Aiutanti e collaboratori, diete a £ 3; vitto e alloggio come sopra.

Spese di trasferta secondo la nota esposta dall'ingegnere (posti di 1ª classe); egualmente per le spese di canneggiatori, manovali ecc.

Nei lavori di lunga durata sono ammesse le interruzioni, con diritto al rimborso delle spese di andata e ritorno alla residenza dell'ingegnere.

2ª Categoria (progetti edilizi, idraulici, stradali e industriali; direzione dei lavori e loro collaudo e liquidazione; stime di stabili e macchine; inventari, consegne e bilanci).

a) Architettura. — Pel progetto di massima (relazione, preventivo sommario, disegni generali) 2 % della somma imposta come limite dal

committente o, in sua mancanza, della somma preventivata. — Per calcolazione delle opere, trattative cogli intraprenditori, stesa di capitolati e altre operazioni preliminari all'esecuzione, 1 % della somma definitivamente preventivata. — Per i dettagli di costruzione, direzione lavori e loro liquidazione, 2 % sul consuntivo. — Competenze separate per rilievi e operazioni accessorie, da calcolarsi come per la 1ª categoria.

I suddetti onorari possono ridursi a $^2/_3 \div {}^1/_2$, quando si tratti di fabbricati rurali, o di case usuali, o di fabbriche di importo $> 1 \div 2$ milioni. — Possono invece elevarsi sino a $3 \div 4$ volte tanto, per opere di importo $<$ £ 15000, ma di grande importanza artistica.

Per semplici liquidazioni di lavori, 2 % sino a £ 3000, 1 % sul dippiù sino a £ 30000, 0,5 % sul dippiù per somme maggiori.

b) Ingegneria civile. — Consegne: pei lavori da tavolo £ 6 all'ettaro sino a 20 ett., £ 5 per fondi da 20 a 80 ett., £ 4 da 80 a 150 ett., £ 3 per più di 150 ett.; oltre le competenze per rilievi come alla 1ª categoria. — Bilanci: £ 2 all'ettaro pei prospetti riassuntivi, più 3 % sul cumulo debiti e crediti sino a £ 5000, e 1 % sul dippiù per somme maggiori, oltre le competenze come sopra. — Stime: 1,20 % sul valore sino a £ 3000, 0,6 % sul dippiù sino a £ 30000, 0,30 % sul dippiù per somme maggiori, quando la stima è basata sugli affitti; il doppio quando è basata sull'analisi del possibile ricavo; oltre le competenze come sopra.

Questi onorari possono ridursi sino a $^1/_3$ per valori di più di 1 milione, od elevarsi sino al doppio in caso di divisioni, espropriazioni, ecc.

Progetti ferroviari e idraulici da valutarsi secondo la loro importanza.

c) Ingegneria industriale. — Invenzioni o applicazioni nuove, o progetti di creazione dell'ingegnere, da valutarsi discrezionalmente secondo i casi. — Per gli impianti industriali ordinari: 4 % della spesa d'impianto sino a £ 10000, 3 % sul dippiù sino a £ 25000, 2 % sul dippiù sino a £ 50000, 1,50 % sul dippiù per somme maggiori, pel progetto di massima; la metà dei precedenti onorari per la perizia dettagliata, i contratti e tutte le operazioni preliminari dell'esecuzione; gli stessi onorari del progetto di massima per i disegni di dettaglio, la direzione lavori e la liquidazione. — Competenze per rilievi, trasferte, ecc., come alla 1ª categoria.

Stime: $^3/_4$ a $^1/_2$ degli onorari assegnati ai progetti di massima, oltre le competenze. — Inventari, consegne, come per gl'ingegneri civili.

3ª Categoria (consultazioni orali e scritte, sedute, giudizi arbitrali, trattative, stesa di contratti, ecc.).

Sedute non $>$ 2 ore, £ 8 in casa, £ 10 fuori di casa, salvo casi speciali. — Arbitramenti, consultazioni, contratti, ecc., secondo i casi.

Spese per disegni e scritturazioni. — Scritturazioni semplici, £ 0,50 per foglio da 1000 lettere; tabelle, prospetti, ecc. £ 0,75 per foglio. — Metà di più, oltre a un diritto fisso di £ 10, per copie autenticate dall'ingegnere. — Disegni, £ 0,80 $\div$ 1,20 per ora impiegata.

UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA
3 0112 107555077